

# PLASMA DISPLAY PANEL, AND MANUFACTURE THEREOF

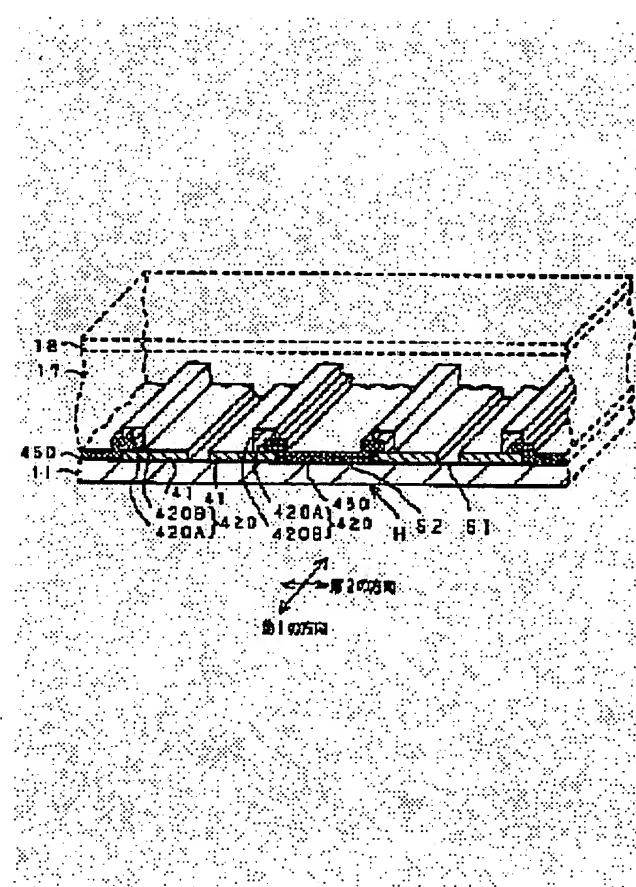
**Patent number:** JP11329257  
**Publication date:** 1999-11-30  
**Inventor:** HIROKADO YOSHINOBU; YURA SHINSUKE  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- **International:** H01J11/02; H01J9/02; H01J9/20; H01J11/00  
- **European:**  
**Application number:** JP19980133401 19980515  
**Priority number(s):**

### Report a data error here

## Abstract of JP11329257

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate power loss and disconnection in a transparent electrode, to stabilize a performance, and to enhance luminous efficiency.

**SOLUTION:** A metal electrode 420 is provided so as to be overlapped partially to a transparent electrode 41 in a direction opposing to the second substrate, overlappedly on a light-proof film overlapped on one portion of an area of the transparent electrode 41, to reflect visible radiation radiated from a phosphor. As a result problems such as a power loss, disconnection and the like in the electrode 41 are solved, the visible radiation radiated from the phosphor is reflected to a phosphor side without being absorbed, and luminous efficiency is enhanced thereby.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-329257

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 H 01 J 11/02  
 9/02  
 9/20  
 11/00

識別記号

F I  
 H 01 J 11/02  
 9/02  
 9/20  
 11/00

B  
 F  
 A  
 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平10-133401

(22)出願日

平成10年(1998)5月15日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 廣門 栄信

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 由良 倩介

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

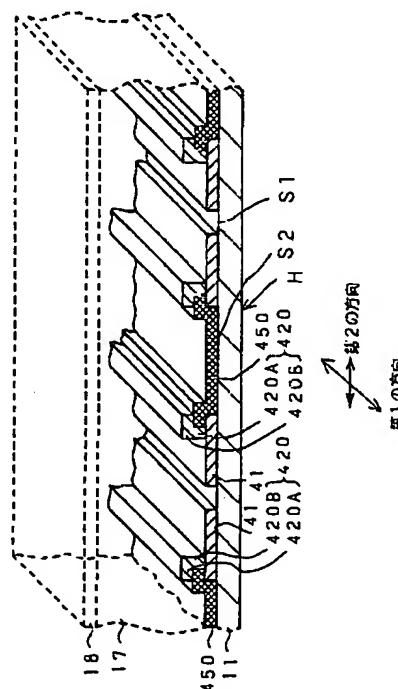
(74)代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 プラズマディスプレイパネルおよびその製造方法

## (57)【要約】

【課題】 遮光膜を形成した後に透明電極を形成していくので、透明電極での電力損失や透明電極の切断等が発生しやすく、蛍光体より発生した光が金属電極において吸収されてしまいライン開口率以上の光の取り出しができないために発光効率の低下を招いていた。

【解決手段】 透明電極の一部の領域に重なる遮光膜にさらに重ねて、第2基板と対向する方向に一部が透明電極に重なるように金属電極を設け、蛍光体から発生した可視光を反射し得るようにするとともに、透明電極での電力損失や透明電極の切断等の問題を解決し、蛍光体から発生した可視光を吸収することなく蛍光体側に反射するように構成することによって発光効率の向上を図った。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する第1基板と第2基板との間に形成される放電セルにおけるガス放電に基づいて所望の画像を表示させるためのプラズマディスプレイパネルであって、

上記第1基板は、

(a) 表示ライン方向に沿って、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて構成される透明電極対、

(b) 隣り合う上記透明電極対の間に配設されるとともに、上記透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に上記第2基板と対向する方向に重なって配設される遮光膜、

(c) 上記透明電極の一部の領域に重なる遮光膜にさらに重ねて、上記第2基板との対向する方向にその一部が上記透明電極に重なる金属電極、

(d) 上記透明電極対、上記遮光膜および上記金属電極を覆うように設けられた誘電体層、および該誘電体層を覆うように設けられた保護層、のおのおのを上記第2基板との対向面側に備え、

上記第2基板は、少なくとも上記ガス放電によって発生する紫外線が可視光に変換されるための蛍光体を上記第1基板との対向面側に備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項2】 隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と該透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、連続して設けられることを特徴とする請求項1記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項3】 隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と該透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、断続して設けられることを特徴とする請求項1記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項4】 金属電極は非着色金属を用いて形成されることを特徴とする請求項1記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項5】 遮光膜は暗色であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項6】 対向する第1基板と第2基板との間に形成される放電セルにおけるガス放電に基づいて所望の画像を表示させるためのプラズマディスプレイパネルを製造する方法であって、

上記第1基板の上記第2基板と対向する面側には、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて構成される透明電極対が設けられるとともに、

a) 上記透明電極対の設けられた上記第1基板上の全面に第1の感光性ペーストを塗布し、乾燥させる工程、

b) 上記乾燥した第1の感光性ペーストを、上記透明電極対を構成する各透明電極の一部が露出するように第1

のマスクを介して露光し、現像する工程、

c) さらに重ねて第2の感光性ペーストを上記現像された第1の感光性ペーストを含む上記第1基板上の全面に塗布し、乾燥させる工程、

d) 上記乾燥した第2の感光性ペーストを、一部が上記透明電極に接し、他部が上記現像された第1の感光性ペーストに接するように第2のマスクを介して露光し、現像する工程、

e) 現像された上記第1および第2の感光性ペーストを同時に焼成しておのおの遮光膜および金属電極を形成する工程、の上記各工程を含んで上記遮光膜および上記金属電極が設けられ、

上記第2基板の上記第1基板と対向する面側には、上記ガス放電によって発生する紫外線を可視光に変換するための蛍光体層が設けられ、

上記第1基板と上記第2基板とを張り合わせることによってプラズマディスプレイパネルを構成することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項7】 隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と上記透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、連続するように設けられることを特徴とする請求項6記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項8】 隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と上記透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、断続するように設けられることを特徴とする請求項6記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項9】 金属電極は非着色金属を用いて形成されることを特徴とする請求項6記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項10】 遮光膜は暗色であることを特徴とする請求項6乃至8のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、プラズマディスプレイパネルに関するものであり、特にプラズマディスプレイパネルにおける輝度の向上に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図6乃至図8は、例えば特開平9-129142号公報に記載された従来の面放電型プラズマディスプレイパネル（以下、PDPと称す）を示す図であり、図6はPDPの構造を示す斜視図、図8はその要部断面図である。

【0003】図6において、1はPDPであり、以下に述べる要案より構成されている。11は前面側のガラス基板（以下、第1基板と称す）、21は第1基板11に平行に対向し、図示しない封止部分においてその周辺が第1基板11とフリットガラス等の材料によって封止さ

れる背面側のガラス基板（以下、第2基板と称す）、41は透明電極、42は透明電極41上に設けられた金属電極、17は例えばPbO系ガラスなどによって構成され透明電極41および金属電極42上に設けられた誘電体、18は誘電体17上に設けられた例えはMgOによる保護層、30は放電ガスが封入され、ガス放電の発生する空間である放電空間、29は隔壁、Aはアドレス電極、24はアドレス電極A上に形成された絶縁層、22は第2基板21上であってアドレス電極Aがその上に形成される下地層である。

【0004】Xは透明電極41および金属電極42によって構成される表示電極、Yは表示電極Xと同様に透明電極41および金属電極42によって構成される表示電極であり、表示電極XおよびYはそれぞれ平行に対をなし、表示ラインLを構成する。この表示ラインLの延びる方向を第1の方向とする。28RはR（赤）、28GはG（緑）、28BはB（青）の3原色の蛍光体層であり、以下特に区別する必要がないときは蛍光体層28と総称する。

【0005】図8（a）において、S1は各ラインLにおける表示電極Xと表示電極Yとの間隙（以下、放電スリットと称す）、S2は隣接するラインL、L間における一方のラインLにおける表示電極Yと他方のラインLにおける表示電極Xとの間隙（以下、逆スリットと称す）、45は逆スリットS2部分に設けられた遮光膜である。図8（b）は図8（a）の要部断面の拡大図である。

【0006】次に従来のPDP1について図6および図7を参照しながら説明する。第1基板11の内面（第1基板11における、第2基板21と対向する側の面）には、基板面に沿った面放電を生じさせるための、平行した一対の直線状の表示電極XおよびYが、マトリクス表示の可能なようにラインL毎に一対ずつ、例えばラインピッチ（ラインL、Lのライン方向におけるラインそれぞれの中心間の距離）660μmで配列されている。

【0007】表示電極XおよびYの対は、それぞれ、例えば厚さ0.1μm、幅180μmのITO薄膜よりなる幅の広い直線状の透明電極41と、例えば厚さ1μm、幅60μmの金属薄膜（Cu/Cr/Cu）からなる幅の狭い直線状の金属電極42とから構成される。

【0008】一方、第2基板21の内面（第2基板21における、第1基板11に対向する側の面）には、第1の方向と直交する方向に銀ペーストの焼成によって形成され、例えば厚さ約10μmのアドレス電極Aが配列されている。このアドレス電極Aの延びる方向を第2の方向とする。また、このアドレス電極Aの上部および下部には、いずれも例えばその厚さが10μm程度である絶縁層24および下地層22が設けられている。

【0009】絶縁層24の上には、高さが約150μmの、平行して第2の方向に直線状に延びる複数の隔壁2

9が各アドレス電極Aの間に1つずつ設けられており、隣接する放電空間同士におけるガス放電の漏れや光の漏れ（光のクロストーク）が発生するのを防いでいる。また、アドレス電極Aの上方を含めて、絶縁層24の表面および隔壁29の側面を覆うように、蛍光体層28が、赤（R）、緑（G）および青（B）の3原色のおのおのに対応するように設けられており、面放電によって生じた紫外線によって励起され、赤（R）、緑（G）および青（B）の3原色のおのおのに対応するような可視光を発光する（紫外線から可視光への変換）。

【0010】放電セルは、放電空間30における、アドレス電極Aと、これと直交する方向にある表示電極Xおよび表示電極Yとの交差部によってそれら規定される。そして、アドレス電極Aにアドレスパルスを印加し、同時に表示電極Yに走査パルスを印加することによって、それらの交差部に位置する放電セルが選択され、その放電セルにおいて書込放電がアドレス電極Aと表示電極Yとの間に発生し、この書込放電に誘発されて表示電極Xと表示電極Yとの間にも放電が生起し誘電体層17（厳密には保護層18）上に壁電荷を蓄積する。その後は、表示電極Xおよび表示電極Yとの間に交互に電圧（維持パルス）が印加されることによってガス放電（維持放電あるいは表示放電と称される）が維持され、その結果、蛍光体層28からの発光が維持される。このようにして各放電セルの放電・非放電を制御し、書込放電による放電セルの選択や表示放電の期間における蛍光体層28の発光状態を時間的に変動させることにより、所望の画像表示を行っている。

【0011】さらに、図8には、外光が入射して非発光状態の白色または淡い灰色などの蛍光体層28での散乱によるコントラストの低下を防止するために、第1基板11の内面と直接に接するように、可視光を遮る遮光膜45が逆スリットS2毎に設けられる構成が示されている。各遮光膜45は図7に示すように、表示ラインL方向に延びる帯状にバーニングされており、図8（a）および（b）に示すように隣接した表示ラインLの間の表示電極Xおよび表示電極Yで挟まれた領域と重なるように配置されている。

【0012】図8（a）および（b）に示すような、遮光膜45の形成されている状態を説明すると、第1基板11上の表示ラインLに対応する部分では光が通過可能なように、間隔を置いて遮光膜45が形成され、その遮光膜45両端部近傍にかかるように透明電極41が形成されている。さらに金属電極42が透明電極41上に形成されている。そしてこれら第1基板11、遮光膜45、透明電極41および金属電極42の各表層を覆うように誘電体層17、またその上に保護層18が形成されている。

【0013】そして、この遮光膜45によって、表示画面上にはストライプ状（縞状）の遮光パターンが形成さ

れ、表示ラインL間にある逆スリットS2に対応する蛍光体層28部分が外光に対して遮蔽され、表示のコントラストが高まるようにされている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来のものは上述のように構成されており、確かに第1基板11側から入射する外光が遮光膜45によって蛍光体28にまで到達せずコントラストを高めることができるが、遮光膜45が第1基板11上に形成された上で遮光膜45と部分的に重なるように透明電極41が形成されるため、透明電極41には遮光膜45の厚さ分の段差が生じ、そもそも透明電極41は上述したようにその膜厚が0.1μm程度であるため、段差部分にホール（孔）や電流集中が起きやすく、電力損失や電極の切断等が発生しやすく、性能の安定性に問題があった。また、従来のもののように構成するには、遮光膜45を焼成した後に透明電極41を形成しなければならず、その後の金属電極42を形成するための焼成と併せると、金属電極42を形成するまでに少なくとも2回の焼成工程を行うことになるため、生産効率が向上しない。

【0015】また、まず第1基板11側から、1表示ラインLあたりの蛍光体28から発光した光の取り出しについて図9および図10を参考しながら考察する。図9に示すように、1表示ラインLにおいて、表示電極Xを構成する透明電極41の幅が約180μm、放電スリットS1の幅が約50μm、表示電極Yを構成する透明電極41の幅が約180μmであり、これらの幅の和、すなわち約410μmが1表示ラインLを構成する最大幅となる。ところで、金属電極42はCr/Cu/Crで構成されており光は透過しない。

【0016】このCr/Cu/Crによって構成された金属電極42は、図9に示すように約60μmの幅を有して透明電極41の対向するそれぞれの辺とは反対側に設けられており、従って1表示ラインLにおける光の取り出し可能な幅（以下、開口幅と称す）は、前述の1表示ラインLを構成する最大幅である約410μmに対して約290μmとなり、1表示ラインLを構成する最大幅に対して約60%程度（以下、ライン開口率と称す）となる。

【0017】次に第2基板21側から、1表示ラインLあたりの蛍光体28から発光した光の放出について模式的に示した図10を参考しながら考察する。なお、図10は、特に第1基板11の側についてのみ示した。上述したように、金属電極42はCr/Cu/Crで構成されており、可視光に対しては黒っぽい、すなわち可視光領域の光を吸収する要素となる。蛍光体28において発生した光は、放電セル内部での反射を繰り返しながら、上述した開口幅を通して第1基板11外部に取り出される（図中白抜き矢印にて表現）。しかしながらCr/Cu/Crで構成されている金属電極42において、発生

した光の一部が吸収されてしまう（図中黒塗り矢印にて表現）ため、上述のライン開口率60%を越えて光を取り出すことができず、最終的な発光効率が上がらない一因となっていた。なお、図中実線の矢印は表示面Hからの外光の入射、点線矢印は外光の遮蔽をそれぞれ模式的に表している。

【0018】この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、透明電極における電力損失や切断が無い性能の安定した、発光効率の高いプラズマディスプレイパネルおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】第1の発明においては、対向する第1基板と第2基板との間に形成される放電セルにおけるガス放電に基づいて所望の画像を表示させるためのプラズマディスプレイパネルであって、第1基板は、（a）表示ライン方向に沿って、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて構成される透明電極対、

（b）隣り合う透明電極対の間に配設されるとともに、透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なって配設される遮光膜、（c）透明電極の一部の領域に重なる遮光膜にさらに重ねて、第2基板との対向する方向にその一部が透明電極に重なる金属電極、（d）透明電極対、遮光膜および金属電極を覆うように設けられた誘電体層、およびこの誘電体層を覆うように設けられた保護層、のものが第2基板との対向面側に備え、第2基板は、少なくともガス放電によって発生する紫外線が可視光に変換されるための蛍光体を第1基板との対向面側に備えるようにしたものである。

【0020】第2の発明においては、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜とこの透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、連続して設けられるようにしたものである。

【0021】第3の発明においては、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜とこの透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、断続して設けられるようにしたものである。

【0022】第4の発明においては、金属電極は非着色金属を用いて形成されるようにしたものである。

【0023】第5の発明においては、遮光膜は暗色であるように構成したものである。

【0024】第6の発明においては、対向する第1基板と第2基板との間に形成される放電セルにおけるガス放電に基づいて所望の画像を表示させるためのプラズマディスプレイパネルを製造する方法であって、第1基板の第2基板と対向する面側には、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて構成される透明電極対が設けられる

とともに、

- a) 透明電極対の設けられた第1基板上の全面に第1の感光性ペーストを塗布し、乾燥させる工程、
- b) 乾燥した第1の感光性ペーストを、透明電極対を構成する各透明電極の一部が露出するように第1のマスクを介して露光し、現像する工程、
- c) さらに重ねて第2の感光性ペーストを現像された第1の感光性ペーストを含む第1基板上の全面に塗布し、乾燥させる工程、
- d) 乾燥した第2の感光性ペーストを、一部が透明電極に接し、他部が現像された第1の感光性ペーストに接するように第2のマスクを介して露光し、現像する工程、
- e) 現像された第1および第2の感光性ペーストを同時に焼成しておののの遮光膜および金属電極を形成する工程、の各工程を含んで遮光膜および金属電極が設けられ、第2基板の第1基板と対向する面側には、ガス放電によって発生する紫外線を可視光に変換するための蛍光体層が設けられ、第1基板と第2基板とを張り合わせることによってプラズマディスプレイパネルを構成するようにしたものである。

【0025】第7の発明においては、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、連続するように設けられるようにしたものである。

【0026】第8の発明においては、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、断続するように設けられるようにしたものである。

【0027】第9の発明においては、金属電極は非着色金属を用いて形成されるようにしたものである。

【0028】第10の発明においては、遮光膜は暗色であるようにしたものである。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明に関わるプラズマディスプレイパネルおよびその製造方法を、その実施の一形態を示す図面に基づき具体的に説明する。なお、図において、同一符号は同一または相当のものを示す。

【0030】(各実施の形態に共通する部分について)図1は、以下に述べる各実施の形態に共通するPDPの製造方法を模式的に表すフローチャートであり、図において、FS1は以下の実施の形態に関わる第1基板11の製造に関わる工程であり、FS2は既知の方法による第2基板21の製造に関わる工程である。

【0031】第2基板21上にはおののの離間し平行に複数条のアドレス電極Aが形成され、統いてアドレス電極Aの間には例えばスクリーン印刷等の手法を用いて隔壁が形成される。さらにアドレス電極A上および隔壁の側面を含めて蛍光体領域が形成され背面パネルを製造す

るための工程FS2が完了する(背面パネルの完成)。

【0032】一方、第1基板11上には従来のPDPにも用いられている、おののの離間し平行に複数条の表示電極XおよびYに対応する各透明電極が形成され(工程FS11)、統いて以下の実施の形態に詳細に説明するように遮蔽膜の形成(工程FS12)、金属電極の形成(工程FS13)、誘電体、保護層のおののが順次形成され(工程FS14)、前面パネルを製造するための工程FS1が完了する(前面パネルの完成)。

【0033】統いて、以上の工程FS1と工程FS2によって得られる前面パネルと背面パネルとを、それらの周辺部に低融点ガラスを塗布・加熱して貼合させて密閉化し、通常は背面パネル側に設けられる排気管より排気後、ガス封入を行い密封され、PDPが完成する(工程FS3)。以下、工程FS1に含まれ、本発明の特徴となる実施の形態について説明する。

【0034】実施の形態1. 図2は、本発明に関わるプラズマディスプレイパネルの要部の斜視図である。図に示す構成においては、従来のものと同様の部分については同一符号を用いて説明する。また、第2基板21側の構成においては従来のものを用いることが可能であるので、主として第1基板11側について述べる。なお、図において450は本実施の形態に関わる遮光膜、420は本実施の形態に関わる金属電極である。

【0035】図を参照するとわかるように、第1基板11には、表示ライン方向に沿って、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて対となって設けられる透明電極41、41(この透明電極41、41を総称して透明電極対と称する)が構成され、隣り合う透明電極対の間およびこの透明電極対を構成する各透明電極41の一部の領域に第2基板21と対向する方向に遮光膜450が重なって配設され、透明電極41の一部の領域に重なる遮光膜450に、さらに第2基板21との対向する方向にその一部が透明電極41に重なる金属電極420が配設される。

【0036】以上のように、対となって設けられる透明電極41(透明電極対)、遮光膜450および金属電極420を覆うように誘電体層17、さらにこの誘電体層17を覆うように保護層18がそれぞれ設けられる。

【0037】この場合の金属電極420は、可視光に対して黒色とはならないよう、白色または金属光沢の非着色金属材料(例としては純Ag、純Auなど)を用いる。これら非着色の金属、例えば純Agや純Auなどは、電気伝導度も高く可視光の光反射率が高い。一方、遮光膜450は外光の入射を遮断するように可視光に対して暗色(例えば黒色)となる部材を用いて形成される。

【0038】さらに第1基板11の表示面H側から、第1基板11、透明電極41、遮光膜450、遮光膜450の一部に重なる(かかる)部分(図中420B)およ

び透明電極41と導通状態となって重なっている部分（図中420A）を含む金属電極420、金属電極420上に設けられた、例えばPbO系ガラスなどよりなる誘電体層17、さらにこの誘電体層17上に重ねて設けられた、例えばMgOなどよりなる保護層18の順に各層が形成されている。

【0039】このような層構造とすることによって、表示面H側から透明電極41を通して入射する外光に対しては透明電極41の上に重ねて形成された遮光膜450によって遮光し、一方、放電セルの内側において蛍光体28から発生する可視光に対しては遮光膜450の少なくとも透明電極41に重なる（かかる）部分においては金属電極420（図中420B）によって覆うことによって放電セル内へ発生した可視光を吸収させずに反射させるので、当該金属電極420における可視光の損失は殆ど発生しない。また、金属電極420の電極としての機能は透明電極41と導通状態となって重なっている部分（図中420A）によって達成している。

【0040】なお、誘電体層17および保護層18は、可視光に対して透明であり金属電極420は第2基板21上にある蛍光体28に向いている。従って、蛍光体28の発する光（可視光）を反射する材料を用いることにより、蛍光体28が発生する可視光を吸収することなく効率よく放電セル内に反射させることができ、ライン開口から放出される光の強度が従来のものより大きくなり、ライン開口率60%を実効的に越えるようになるため、光の利用効率を高め発光効率の改善を図ることができる。

【0041】なお、第2基板21には、ガス放電によって発生する紫外線が可視光に変換されるように、蛍光体が第1基板11との対向面側に備えられており、さらに第1基板11と第2基板21との間には隣接する放電セル間の異常放電や放電セル間における光の漏れを防ぐための隔壁（バリアリブ）、放電セルへの書き込み放電を行わせるための書き込み電極等が設けられる。

【0042】図3は、以上に述べたような積層構造を形成するための製造方法を説明するための説明図であり、図において、100は暗色の遮光膜450を達成するために黒色顔料として例えば酸化鉄、酸化コバルトなどを含有する感光性黒色ペースト（ペーストAと称する）、300は透明電極41の一部にペーストA100が残るようバーナー化された露光マスクA、101は金属電極420を形成するための感光性ペースト（ペーストBと称する）、301は金属電極420が残るようバーナー化された露光マスクBである。

【0043】第1基板11の第2基板21と対向する面側には、透明電極41が互いに平行に所定の間隙をおいて透明電極対が設けられ、a) 透明電極対の設けられた第1基板11上の全面に第1の感光性ペーストとしてのペーストA100を塗布し、乾燥させる工程、b) 乾燥

したペーストA100を、透明電極対を構成する各透明電極41の一部が露出するように第1のマスクとしての露光マスクA300を介して露光し、現像する工程、c) さらに重ねて第2の感光性ペーストとしてのペーストB101を現像されたペーストA100を含む第1基板11上の全面に塗布し、乾燥させる工程、d) 乾燥したペーストB101を、一部が透明電極41に接し、他部が現像されたペーストA100に接するように第2のマスクとしての露光マスクB301を介して露光し、現像する工程、e) 現像されたペーストA100およびペーストB101を同時に焼成しておのおの遮光膜450および金属電極420を形成する工程、の各工程を含んで連続的な遮光膜450および金属電極420が設けられる。

【0044】以下、上述した積層構造の形成方法について詳述する。まず、第1基板11上にX電極およびY電極に対応する透明電極41、41を蒸着等の手法によって形成した上で、第1基板11および透明電極41上にペーストA100を全面にわたって塗布し、乾燥させる（工程1。図中（1）。）。

【0045】乾燥させたペーストA100をパターン化するために露光マスクA300を介して紫外線等の照射による露光（工程2。図中（2）。）を行い、現像すると逆スリットS2および透明電極41の一部にペーストA100が残る（工程3。図中（3）。）。

【0046】その後、金属電極420を形成するためのペーストB101を、第1基板11、透明電極41および現像されたペーストA100上に全面にわたって塗布し、乾燥させる（工程4。図中（4）。）。

【0047】なお、この際に用いるペーストB101には、例えば純Auや純Agが含まれる、その平均粒度の細かい（例えば、 $\phi 0.5 \mu\text{m}$ 程度）材料を用いる。このようにすると最終的に得られる金属電極420表面の平滑性を向上させることができるので可視光の反射率の向上を図ることができるとともに、断線防止および金属電極420と透明電極41との接続が良好となる。

【0048】乾燥させたペーストB101をパターン化するために露光マスクB301を介して紫外線等の照射による露光（工程5。図中（5）。）を行い、現像すると金属電極420に対応するようにペーストB101が残る。

【0049】この状態のもの、すなわち乾燥したペーストA100およびペーストB101が所定のパターンに積層されたものを一括して焼成し（工程6。図中（6）。）、その後さらに誘電体層17、保護層18を設けることによって第1基板11における先に述べた積層構造を形成するプロセスが完了し、さらに、前述したように隔壁、蛍光体、書き込み電極等がその上に形成された第2基板21との張り合せと封止、真空引き、放電ガス封入、密閉作業等の工程を順次行ってPDPが完成す

る。この方法によれば、金属電極420および遮光膜450を得るのに各ペーストの焼成を一括して行うので、ここに至るまでの焼成工程が一度で済みPDPの製造工程短縮を図ることができる。

【0050】なお、第2基板21の第1基板11と対向する面側には、ガス放電によって発生する紫外線を可視光に変換するための蛍光体層が設けられ、第1基板11と第2基板21とを張り合わせることによってプラズマディスプレイパネルを構成する。

【0051】実施の形態2、図4は、本発明に関わる他のプラズマディスプレイパネルにおける要部の斜視図である。図に示す構成においては、従来のものと同様の部分については同一符号を用いて説明する。また、第2基板21側の構成においては、従来のものを用いることが可能であるので、主として第1基板11側について述べる。なお、図において450は本実施の形態に関わる遮光膜であり遮光膜A450Aおよび遮光膜B450Bより構成される。なお、以下では遮光膜A450Aおよび遮光膜B450Bを総称して遮光膜450と称する。また、420は本実施の形態に関わる金属電極である。

【0052】図を参照するとわかるように、第1基板11には、表示ライン方向に沿って、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて対となって設けられる透明電極41、41（この透明電極41、41を総称して透明電極対と称する）が構成され、隣り合う透明電極対の間およびこの透明電極対を構成する各透明電極41の一部の領域に第2基板21と対向する方向に遮光膜450が重なって配設され、透明電極41の一部の領域に重なる遮光膜450に、さらに第2基板21との対向する方向にその一部が透明電極41に重なる金属電極420が配設される。

【0053】以上の対となって設けられる透明電極41（透明電極対）、遮光膜450および金属電極420を覆うように誘電体層17、さらにこの誘電体層17を覆うように保護層18がそれぞれ設けられる。

【0054】この場合の金属電極420は、可視光に対して黒色とはならないような、白色または金属光沢の非着色金属材料（例としては純A<sub>g</sub>、純A<sub>u</sub>など）を用いる。これら非着色の金属、例えば純A<sub>g</sub>や純A<sub>u</sub>などは、電気伝導性も高く可視光の光反射率が高い。なお、遮光膜450は外光の入射を遮断するように、可視光に対して暗色（例えば黒色）となるような部材を用いて形成される。

【0055】さらに第1基板11の表示面H側から、第1基板11、透明電極41、遮光膜450、遮光膜450の一部に重なる（かかる）部分（図中420B）および透明電極41と導通状態となって重なっている部分（図中420A）を含む金属電極420、金属電極420上に設けられた、例えばPbO系ガラスなどよりなる誘電体層17、さらにこの誘電体層17上に重ねて設け

られた、例えばMgOなどよりなる保護層18の順に各層が形成されている。

【0056】このような層構造とすることによって、表示面H側から透明電極41を通して入射する外光に対しては透明電極41の上に重ねて形成された遮光膜450によって遮光し、一方、放電セルの内側において蛍光体28から発生する可視光に対しては遮光膜450の少なくとも透明電極41に重なる（かかる）部分においては金属電極420（図中420B）によって覆うことによって放電セル内へ発生した可視光を吸収させずに反射させないので、当該金属電極420における可視光の損失は殆ど発生しない。また、金属電極420の電極としての機能は透明電極41と導通状態となって重なっている部分（図中420A）によって達成している。

【0057】実施の形態1と本実施の形態2との差は、ペーストA100が金属電極420に触れる部分（遮光膜A450A）と、触れない部分（遮光膜B450B）とを設けるために遮光膜450を遮光膜A450Aと遮光膜B450Bとに分離して設けたものである。このようにすると遮光膜B450Bは金属電極420からの変色の影響を受けないので、ライン間における外光入射を極力抑えるという遮光膜としての実際的な機能を十分に発揮でき、コントラストの向上を確実に図れる。

【0058】なお、誘電体層17および保護層18は、可視光に対して透明であり金属電極420は第2基板21上にある蛍光体28に向いている。従って、蛍光体28の発する光（可視光）を反射する材料を用いることにより、蛍光体28が発生する可視光を吸収することなく効率よく放電セル内に反射させることができ、実施の形態1において説明したのと同様に光の利用効率を高め発光効率の改善を図ることができる。

【0059】なお、第2基板21には、ガス放電によって発生する紫外線が可視光に変換されるように、蛍光体が第1基板11との対向面側に備えられており、さらに第1基板11と第2基板21との間には隣接する放電セル間の異常放電や放電セル間における光の漏れを防ぐための隔壁（バリアリブ）、放電セルへの書き込み放電を行わせるための書き込み電極等が設けられる。

【0060】図5は、以上に述べたような積層構造を形成するための製造方法を説明するための説明図であり、図において、100は暗色の遮光膜450を達成するために色顔料として例えば酸化鉄、酸化コバルトなどを含有するペーストA、302は透明電極41の一部にペーストA100が残り、遮光膜A450Aと遮光膜B450Bとが離間するようにパターン化された露光マスクC、101は金属電極420を形成するためのペーストB、301は金属電極420が残るようにパターン化された露光マスクBである。

【0061】第1基板11の第2基板21と対向する面側には、透明電極41が互いに平行に所定の間隙をおい

て透明電極対が設けられ、a) 透明電極対の設けられた第1基板11上の全面にペーストA100を塗布し、乾燥させる工程、b) 乾燥したペーストA100を、透明電極対を構成する各透明電極41の一部が露出し、乾燥したペーストAA100AとペーストAB100Bとが離間するように露光マスクC302を介して露光し、現像する工程、c) さらに重ねてペーストB101を現像されたペーストA100を含む第1基板11上の全面に塗布し、乾燥させる工程、d) 乾燥したペーストB101を、一部が透明電極41に接し、他部が現像されたペーストAA100Aに接するように露光マスクB101を介して露光し、現像する工程、e) 現像されたペーストAA100A、ペーストAB100BおよびペーストB101を同時に焼成しておののの遮光膜A450A、遮光膜B450Bおよび金属電極420を形成する工程、の各工程を含んで断続的な遮光膜450(遮光膜A450Aおよび遮光膜B450B)および金属電極420が設けられる。

【0062】以下、積層構造の形成方法について詳述する。まず、第1基板11上にX電極およびY電極に対応する透明電極41、41を蒸着等の手法によって形成した上で、第1基板11および透明電極41上にペーストA100を全面にわたって塗布し、乾燥させる(工程1。図中(1)。)。

【0063】乾燥させたペーストA100をパターン化するために露光マスクC302を介して紫外線等の照射による露光(工程2。図中(2)。)を行い、現像すると逆スリットS2の一部にペーストAB100Bが、およびこの逆スリットS2の一部のペーストAB100Bに離間して透明電極41の一部にペーストAA100Aが残る(工程3。図中(3)。)。

【0064】その後、金属電極420を形成するためのペーストB101を、第1基板11、透明電極41および現像されたペーストAA100AおよびペーストAB100B上に全面にわたって塗布し、乾燥させる(工程4。図中(4)。)。

【0065】なお、この際に用いるペーストB101には、例えば純Auや純Agが含まれる、その平均粒度の細かい(例えば、 $\phi 0.5 \mu m$ 程度)材料を用いる。このようにすると最終的に得られる金属電極420表面の平滑性を向上させることができるので可視光の反射率の向上を図ることができるとともに、断線防止および金属電極420と透明電極41との接続が良好となる。

【0066】乾燥させたペーストB101をパターン化するために露光マスクB301を介して紫外線等の照射による露光(工程5。図中(5)。)を行い、現像すると金属電極420に対応するようにペーストB101が残る。

【0067】この状態のもの、すなわち乾燥したペーストAA100A、ペーストAB100Bおよびペースト

B101が所定のパターンに積層されたものを一括して焼成し(工程6。図中(6)。)、その後さらに誘電体層17、保護層18を設けることによって第1基板11における先に述べた積層構造を形成するプロセスが完了し、さらに前述したように、隔壁、蛍光体、書込電極等がその上に形成された第2基板21との張り合わせと封止、真空引き、放電ガス封入、密閉作業等の工程を順次行ってPDPが完成する。この方法によれば、金属電極420および遮光膜450Aおよび450Bを得るのに各ペーストの焼成を一括して行うので、ここに至るまでの焼成工程が一度で済みPDPの製造工程短縮を図ることができる。

【0068】なお、第2基板21の第1基板11と対向する面側には、ガス放電によって発生する紫外線を可視光に変換するための蛍光体層が設けられ、第1基板11と第2基板21とを張り合わせることによってプラズマディスプレイパネルを構成する。

#### 【0069】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば以下に述べるような効果を奏する。第1の発明においては、対向する第1基板と第2基板との間に形成される放電セルにおけるガス放電に基づいて所望の画像を表示させるためのプラズマディスプレイパネルであって、第1基板は、(a)表示ライン方向に沿って、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて構成される透明電極対、(b)隣り合う透明電極対の間に配設されるとともに、透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なって配設される遮光膜、(c)透明電極の一部の領域に重なる遮光膜にさらに重ねて、第2基板との対向する方向にその一部が透明電極に重なる金属電極、(d)透明電極対、遮光膜および金属電極を覆うように設けられた誘電体層、およびこの誘電体層を覆うように設けられた保護層、のおののを第2基板との対向面側に備え、第2基板は、少なくともガス放電によって発生する紫外線が可視光に変換されるための蛍光体を第1基板との対向面側に備えるようにしたので、金属電極における蛍光体からの可視光の吸収を防ぐことができ、パネル外部に取り出せる光の量を大きくすることが可能であり、明るい画面を得るプラズマディスプレイパネルを得ることができる。

【0070】第2の発明によれば、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜とこの透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、連続して設けられるようにしたので、遮光膜が確実に形成され画像のコントラストが高い表示画像が確実に得られるプラズマディスプレイパネルを得ることができる。

【0071】第3の発明によれば、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜とこの透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重な

る遮光膜とが、断続して設けられるようにしたので、遮光部材の変色が生じたとしても、変色する部位の拡がりを抑えることができるので、画像のコントラストが長期間にわたって確保されるプラズマディスプレイパネルを得ることができる。

【0072】第4の発明によれば、金属電極は非着色金属を用いて形成することにより、蛍光体からの可視光の反射率を高めることができるので、明るい画面を得るプラズマディスプレイパネルを得ることができる。

【0073】第5の発明によれば、遮光膜は暗色であるように構成したので、画像のコントラストが高い表示画像が可能なプラズマディスプレイパネルを得ることができる。

【0074】第6の発明によれば、対向する第1基板と第2基板との間に形成される放電セルにおけるガス放電に基づいて所望の画像を表示させるためのプラズマディスプレイパネルを製造する方法であって、第1基板の第2基板と対向する面側には、透明電極が互いに平行に所定の間隙をおいて構成される透明電極対が設けられるとともに、

a) 透明電極対の設けられた第1基板上の全面に第1の感光性ペーストを塗布し、乾燥させる工程、

b) 乾燥した第1の感光性ペーストを、透明電極対を構成する各透明電極の一部が露出するように第1のマスクを介して露光し、現像する工程、

c) さらに重ねて第2の感光性ペーストを現像された第1の感光性ペーストを含む第1基板上の全面に塗布し、乾燥させる工程、

d) 乾燥した第2の感光性ペーストを、一部が透明電極に接し、他部が現像された第1の感光性ペーストに接するように第2のマスクを介して露光し、現像する工程、

e) 現像された第1および第2の感光性ペーストを同時に焼成しておのの遮光膜および金属電極を形成する工程、の各工程を含んで遮光膜および金属電極が設けられ、第2基板の第1基板と対向する面側には、ガス放電によって発生する紫外線を可視光に変換するための蛍光体層が設けられ、第1基板と第2基板とを張り合わせることによってプラズマディスプレイパネルを構成するようにしたので、遮光膜による蛍光体から発生する可視光の吸収を抑えつつ、コントラストが高いプラズマディスプレイパネルを実現できる。また、第1の感光ペーストの露光と第2の感光ペーストの露光を分けて行うことにより、おのの独立した感光条件のもとで露光、現像を行って、おのの感光ペーストに適正な露光条件を与えることができ、所望の形状を確保することができる。

【0075】第7の発明によれば、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮

光膜とが、連続するように設けられるようにしたので、遮光膜が確実に形成され画像のコントラストが高い表示画像が確実に得られるプラズマディスプレイパネルを得ることができる。

【0076】第8の発明によれば、隣り合う透明電極対の間に設けられる遮光膜と透明電極対を構成する各透明電極の一部の領域に第2基板と対向する方向に重なる遮光膜とが、断続するように設けられるようにしたので、遮光部材の変色が生じたとしても、変色する部位の拡がりを抑えることができるので、画像のコントラストが長期間にわたって確保されるプラズマディスプレイパネルを実現ができる。

【0077】第9の発明によれば、金属電極は非着色金属を用いて形成するようにしたので、蛍光体から発生する可視光の吸収を抑えることができるプラズマディスプレイパネルを実現できる。

【0078】第10の発明によれば、遮光膜は暗色であるようにしたので、コントラストの高いプラズマディスプレイパネルを実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1および2に共通するPDP製造工程のフローチャートである。

【図2】 実施の形態1における前面パネルの要部断面図である。

【図3】 実施の形態1における前面パネルの製造工程を示す説明図である。

【図4】 実施の形態2における前面パネルの要部断面図である。

【図5】 実施の形態2における前面パネルの製造工程を示す説明図である。

【図6】 PDPパネルの構造を説明するための要部断面を示す斜視図である。

【図7】 遮光膜の配列を示す模式図である。

【図8】 従来のPDPパネルにおけるX電極、Y電極の構成を示す要部断面図である。

【図9】 ライン開口率を説明するための模式図である。

【図10】 従来のPDPパネルにおける外光の入射、発光された光について説明するための模式図である。

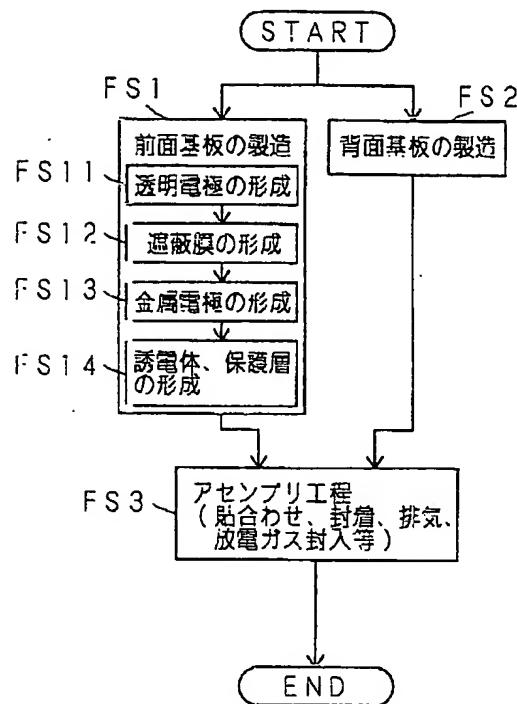
#### 【符号の説明】

450 遮光膜、450A 遮光膜A、450B 遮光膜B、420, 420A, 420B 金属電極、41 透明電極、300 露光マスクA、301 露光マスクB、302 露光マスクC、100 ペーストA、100A ペーストAA、100B ペーストAB、101 ペーストB、FS1 透明電極の形成工程、FS12 遮光膜の形成工程、FS13 金属電極の形成工程、FS14 誘電体、保護層の形成工程。

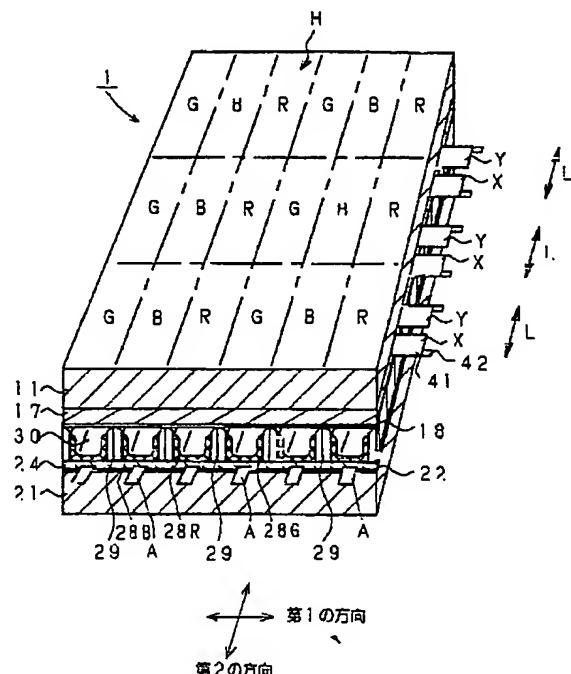
(10)

特開平11-329257

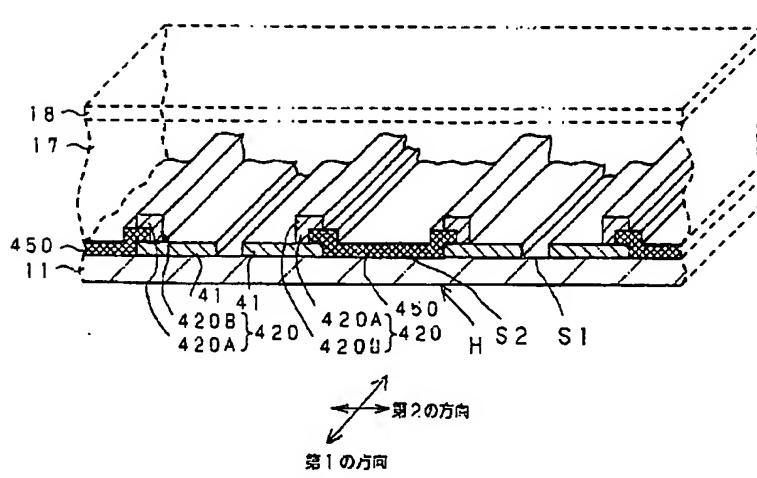
【図1】



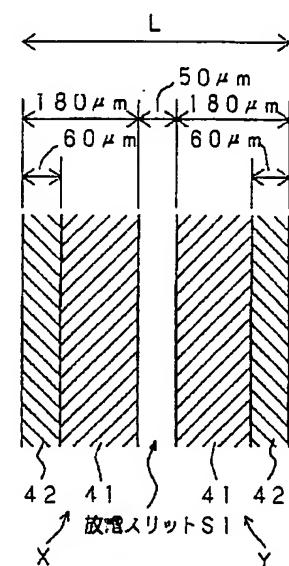
【図6】



【図2】



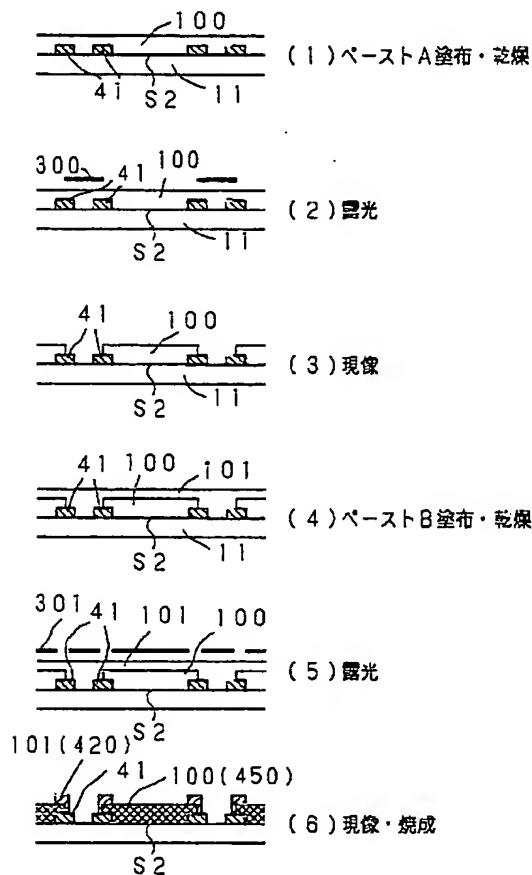
【図9】



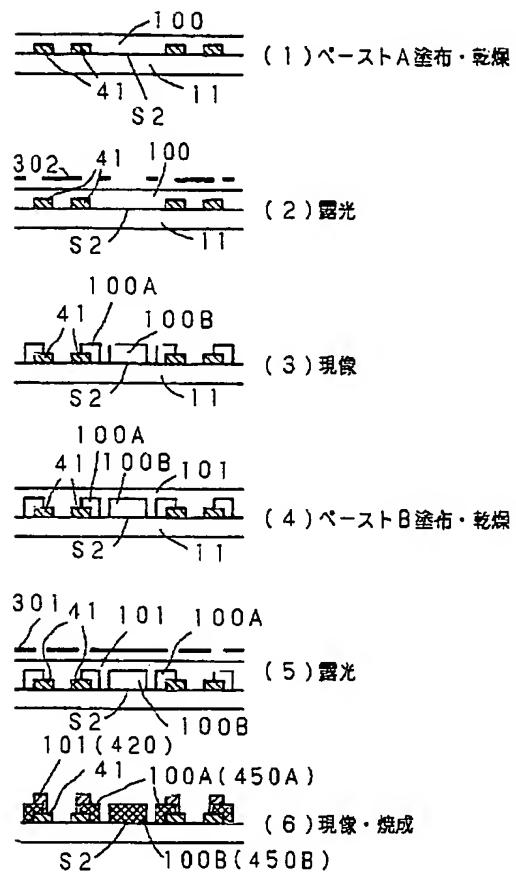
(11)

特開平11-329257

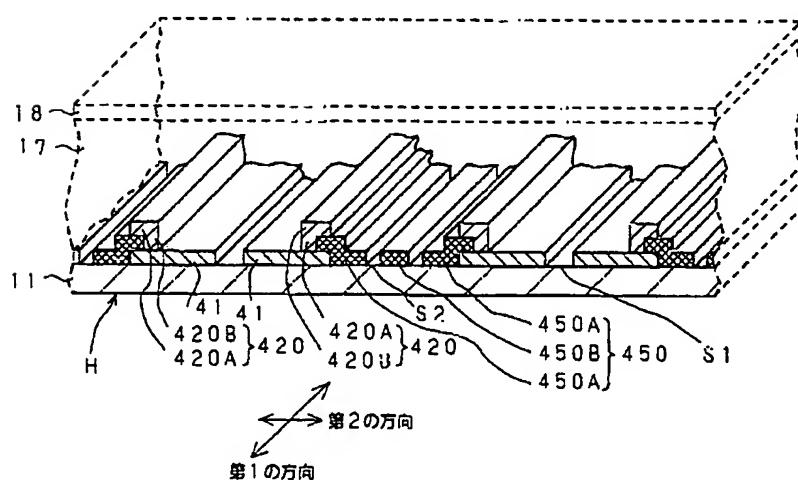
【図3】



【図5】



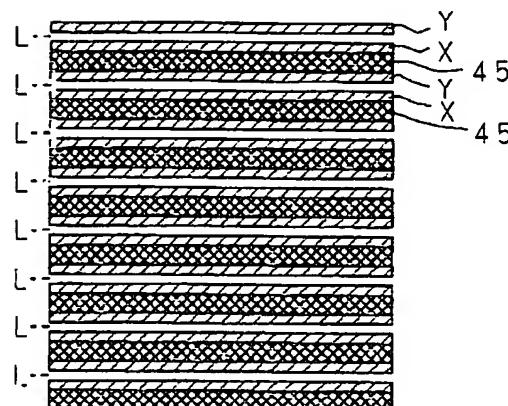
【図4】



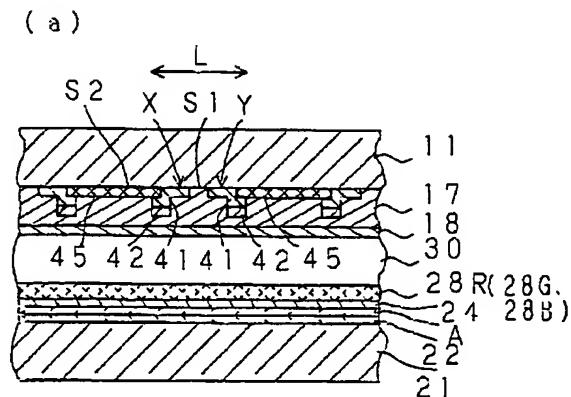
( 1 2 )

特開平11-329257

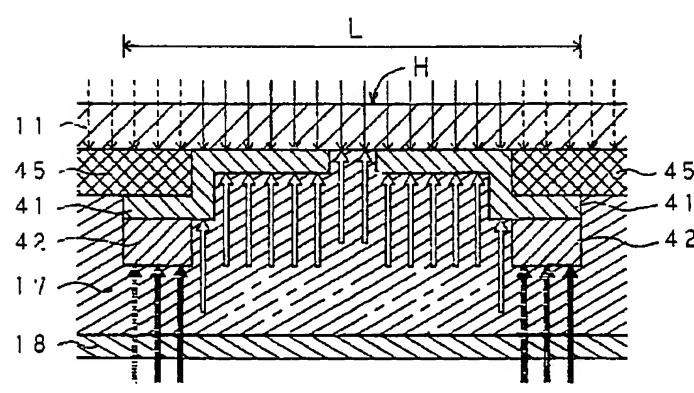
〔四七〕



【図8】



[図10]



- ← 外光(放電セルに入射)
- ← 外光(放電セルに入射せず)
- ← 発光(表示面から放出)
- ← 発光(表示面から放出されず)

**PLASMA DISPLAY PANEL AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME****BACKGROUND OF THE INVENTION****Field of the Invention**

[0001] The present invention relates to a plasma display panel, and more particularly, to a plasma display panel capable of improving brightness.

**Description of the Related Art**

[0002] Figs. 6 to 8 show a related art surface discharge plasma display panel (PDP) disclosed in Japanese Patent No. 9-129142. Fig. 6 is a perspective view of the PDP and Fig. 8 is a sectional view of a main part of the PDP.

[0003] In Fig. 6, a reference numeral 1 represents a PDP. Reference numerals 11 and 21 represent a front glass substrate (hereinafter, referred to as a first substrate), and a rear glass substrate (hereinafter, referred to as a second substrate) facing the first substrate 11, respectively. The second substrate 21 is encapsulated with the first substrate 11 by material such as flit

glass. Reference numerals 41 and 42 represent a transparent electrode and a metal electrode disposed on the transparent electrode 41, respectively. A reference numeral 17 represents a dielectric layer disposed on the transparent electrode 41 and the metal electrode 42 and formed of, for example, PbO-based glass. A reference numeral 18 represents a passivation layer formed of, for example, MgO on the dielectric layer 17. A reference numeral 30 represents a discharge space filled with a discharge gas, where a gas discharge is generated. Reference numerals 29, A and 24 represent a barrier rib, an address electrode, and an insulating layer formed on the address electrode A, respectively. A reference numeral 22 represents a support layer on which the address electrode A is formed on the second substrate 21.

**[0004]** Reference symbols X and Y represent a display electrode including the transparent electrode 41 and the metal electrode 42, and a display electrode including the transparent electrode 41 and the metal electrode 42, respectively. The display electrodes X and Y are paired and constitute a display line L. A direction in which the display line L is extending is assigned as a first direction. Reference symbols 28R, 28G and

28B represent red, green and blue phosphor layers, respectively. Hereinafter, if specific separation is not needed, they are generally referred to as a phosphor layer 28.

**[0005]** In Fig. 8a, a reference symbol S1 represents a gap (hereinafter, referred to as a discharge slit) between the display electrode X and the display electrode Y in each line L, and a reference symbol S2 is a gap (hereinafter, referred to as a reverse slit) between the display electrode Y in one line L and the display electrode X in the other line L in the adjacent lines L. A reference numeral 45 represents a black matrix disposed at the reverse slit S2. Fig. 8b is an enlarged view of the main part of the PDP.

**[0006]** A related art PDP 1 will be described with reference to Figs. 6 and 7. In an inner surface of the first substrate (a first substrate's surface facing the second substrate 21), the display electrodes X and Y for generating surface discharge according to the substrate surface are arranged by line pitch of 660  $\mu$ m (distance between centers of the lines in a line direction) in order to matrix display. The display electrodes X and Y are parallel to each other.



**[0007]** The pair of the display electrodes X and Y includes a transparent electrode 41 and a metal electrode 42. The transparent electrode 41 has a wide width and is formed of ITO thin film having a thickness of 0.1 um and a width of 180 um. The metal electrode 42 has a narrow width and is formed of a metal thin film (Cu/Cr/Cu) having a thickness of 1 um and a width of 60 um.

**[0008]** Meanwhile, the inner surface of the second substrate 21 (a second substrate's surface facing the first substrate 11) is in a direction perpendicular to the first direction formed by firing Ag paste. For example, an address electrode A having a thickness of 10 um is arranged. A direction in which the address electrode A is extending is referred to as a second direction. Also, the insulating layer 24 and the lower support layer 22 with a thickness of 10 um are disposed on the upper and lower portion of the address electrode A.

**[0009]** On the insulating layer 24, one barrier rib 29 extending in parallel in the second direction is arranged between the address electrodes. The barrier rib 29 prevents a leakage of the gas discharge or a light leakage (light crosstalk) between

adjacent discharge spaces. Also, the red, green and blue phosphor layers 28 are formed to cover the surface of the insulating layer 24 and the side surface of the barrier rib 29. The phosphor layers 28 are excited by ultraviolet radiation generated by surface discharge and emit visible rays corresponding to the red, green and blue light (conversion of ultraviolet ray into visible ray).

[0010] In the discharge space 30, the discharge cell is defined by intersections of the address electrode A and the display electrodes X and Y perpendicular to the address electrode A. The discharge cell is selected by applying an address pulse to the address electrode A and applying a scan pulse to the display electrode Y. In the selected discharge cell, a writing discharge occurs between the address electrode A and the display electrode Y and also a discharge occurs between the display electrode X and the display electrode Y, such that wall charges are accumulated on the dielectric layer 17 (strictly, the passivation layer 18). Then, a gas discharge (a sustain discharge or a display discharge) is maintained by alternately applying a sustain voltage to the display electrode X and the

display electrode Y. As a result, the light emission from the phosphor layers 28 is sustained. In this manner, the discharge and non-discharge of the discharge cell are controlled, and a desired image is displayed by selecting the discharge cell by the writing discharge and temporally changing the emission state of the phosphor layer 28 during the display discharge period.

**[0011]** In Fig. 8, the black matrix 45 for shielding visible rays is arranged in each reverse slit S2, such that it directly contacts with the inner surface of the first substrate 11 so as to prevent degradation of the contrast due to the scatter in the phosphor layer 28 having non-emission state of white or soft gray color. As shown in Fig. 7, each black matrix 45 is patterned in a band shape extending in the direction of the display line. As shown in Figs. 8a and 8b, it is arranged to overlap with a region interposed between the display electrode X and the display electrode Y in the adjacent display lines L.

**[0012]** The black matrix 45 will be described with reference to Figs. 8a and 8b. The black matrix 45 is formed spaced apart by a predetermined distance such that light can be transmitted through a region corresponding to the display line L on the first

substrate 11. The transparent electrode 41 is connected to both ends of the black matrix 45. Also, the metal electrode 42 is formed on the transparent electrode 41. The dielectric layer 17 is formed to cover each surface of the first substrate 11, the black matrix 45, the transparent layer 41, and the metal electrode 42. The passivation layer 18 is formed on the dielectric layer 17.

**[0013]** Due to this black matrix 45, stripe-shaped light-shielding patterns are formed on the display screen. The phosphor layer 28 corresponding to the reverse slit S2 between the display lines L are shielded from the external light, thus increasing the contrast.

**[0014]** In the related art, the external light entering from the first substrate 11 does not reach the phosphors 28 by the black matrix 45 and the contrast is increased. However, since the transparent layer 41 is formed to partially overlap with the black matrix 45 formed on the first substrate 11, a step corresponding to a thickness of the black matrix 45 is formed. Since the original transparent electrode 41 has a thickness of 0.1 um, hole or current concentration easily occurs in the

stepped portion. Also, power loss or breaking of electrodes easily occurs, and there is a problem in the stability of performance. The transparent electrode 41 must be formed after firing the black matrix 45 and then the metal electrode 42 is also formed by a firing process. That is, the firing process must be performed at least two times in order to form the metal electrode 42, thus degrading the production efficiency.

**[0015]** The light emission from the first substrate 11 in the phosphor 28 around the first display line L will be described with reference to Figs. 9 and 10. As shown in Fig. 9, in the first display line L, a width of the transparent electrode 41 for the display electrode X is about 180 um and a width of the discharge slit S1 is about 50 um, a width of the transparent electrode 41 for the display electrode Y is about 180 um. The sum of the widths, that is, 410 um, is the maximum width for the first display line L. Since the metal electrode 42 is made of Cr/Cu/Cr, light cannot be transmitted.

**[0016]** As shown in Fig. 9, the metal electrode 42 made of Cr/Cu/Cr has a width of about 60 um and is disposed at a side opposite to the transparent electrode 41. Accordingly, the

aperture width in the first display line L is about 290 um for the maximum width of about 410 um and is about 60% for the maximum width (hereinafter, referred to as a line aperture ratio).

[0017] Then, the light emission from the second substrate 21 in the phosphor 28 around the first display line L will be described with reference to Fig. 10.

[0018] In Fig. 10, only the first substrate 11 is illustrated. The metal electrode 42 is made of Cr/Cu/Cr. With respect to the visible rays, it is a blackish component that absorbs light in a visible ray range. In the phosphor 28, the generated light repeats the reflection within the discharge cell and exits the first substrate 11 through the aperture width (indicated by ⇛). However, since the metal electrode 42 made of Cr/Cu/Cr absorbs some of the generated light (indicated by ←), the line aperture ratio cannot exceed 60% and the final luminous efficiency cannot be increased. Also, a solid arrow represents an external light incident from the display surface H, and a dotted arrow represents a shielding of the external light.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

[0019] Accordingly, the present invention is directed to a PDP and a method for manufacturing the same that substantially obviate one or more problems due to limitations and disadvantages of the related art.

[0020] An object of the present invention is to provide a PDP and a method for manufacturing the same, in which there is no power loss or breaking of a transparent electrode, thereby providing stable performance and high luminous efficiency.

[0021] Additional advantages, objects, and features of the invention will be set forth in part in the description which follows and in part will become apparent to those having ordinary skill in the art upon examination of the following or may be learned from practice of the invention. The objective and other advantages of the invention may be realized and attained by the structure particularly pointed out in the written description and claims hereof as well as the appended drawings.

[0022] To achieve these objective and other advantages and in accordance with the purpose of the invention, as embodied and broadly described herein, there is provided a PDP for displaying an image based on a gas discharge in discharge cells formed

between a first substrate and a second substrate, the first substrate facing the second substrate, wherein the first substrate includes: a) transparent electrode pairs having transparent electrodes arranged in parallel and spaced apart from each other by a predetermined distance along a direction of a display line; b) a black matrix disposed between the transparent electrode pairs adjacent to each other and overlapped with a portion of each transparent electrode of the transparent electrode pair in a direction facing the second substrate; c) a metal electrode overlapped with the black matrix such that a portion of the metal electrode is overlapped with the transparent electrode in a direction facing the second substrate; and d) a dielectric layer covering the transparent electrode pair, the black matrix and the metal electrode, and a passivation covering the dielectric layer, and wherein the second substrate includes a phosphor disposed at a surface facing the first substrate, the phosphor converting ultraviolet rays generated by the gas discharge into visible rays.

**[0023]** In this embodiment, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix

overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed continuously.

**[0024]** In this embodiment, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed intermittently.

**[0025]** In this embodiment, the metal electrode is formed using non-pigmented metal.

**[0026]** In this embodiment, the black matrix is a dark color.

**[0027]** In another aspect of the present invention, there is provided a method for manufacturing a PDP for displaying an image based on a gas discharge in discharge cells formed between a first substrate and a second substrate, the first substrate facing the second substrate, the method including: preparing transparent electrode pairs having transparent electrodes arranged in parallel and spaced apart from each other by a predetermined distance on a first substrate's surface facing the second substrate; coating a first photosensitive paste on an entire surface of the first substrate where the transparent

electrode pairs are formed, and drying the first photosensitive paste; exposing the dried first photosensitive paste through a first mask such that a portion of each of the transparent electrodes is exposed, and developing the first photosensitive paste; coating a second photosensitive paste on an entire surface of the first substrate containing the developed first photosensitive paste, and drying the second photosensitive paste; exposing the dried second photosensitive paste through a second mask, such that one end of the photosensitive paste contacts with the transparent electrode and the other end contacts with the developed first photosensitive paste; forming a black matrix and a metal electrode by simultaneously firing the first and second photosensitive pastes; forming a phosphor layer on a second substrate's surface facing the first substrate, the phosphor layer converting ultraviolet rays generated by the gas discharge into visible rays; and attaching the first substrate to the second substrate.

**[0028]** In this embodiment, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in

the direction facing the second substrate are formed continuously.

**[0029]** In this embodiment, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed intermittently.

**[0030]** In this embodiment, the metal electrode is formed using non-pigmented metal.

**[0031]** In this embodiment, the black matrix is a dark color.

**[0032]** It is to be understood that both the foregoing general description and the following detailed description of the present invention are exemplary and explanatory and are intended to provide further explanation of the invention as claimed.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

**[0033]** The accompanying drawings, which are included to provide a further understanding of the invention and are incorporated in and constitute a part of this application, illustrate embodiment(s) of the invention and together with the description serve to explain the principle of the invention. In

the drawings:

[0034] Fig. 1 is a flowchart of a method for manufacturing a PDP according to first and second embodiments of the present invention;

[0035] Fig. 2 is a cut-away view that partially shows a front panel according to a first embodiment of the present invention;

[0036] Fig. 3 shows a manufacturing process of a front panel according to a first embodiment of the present invention;

[0037] Fig. 4 is a cut-away view that partially shows a front panel according to a second embodiment of the present invention;

[0038] Fig. 5 shows a manufacturing process of a front panel according to a second embodiment of the present invention.

[0039] Fig. 6 is a cut-away view showing a structure of a related art PDP;

[0040] Fig. 7 is a schematic view of a related art black matrix arrangement;

[0041] Fig. 8 is a partial sectional view showing a structure of X and Y electrodes of a related art PDP;

[0042] Fig. 9 is a schematic view for explaining a line aperture ratio; and

[0043] Fig. 10 is a schematic view for explaining light incidence and light emission in a related art PDP.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0044] Reference will now be made in detail to the preferred embodiments of the present invention, examples of which are illustrated in the accompanying drawings. Wherever possible, the same reference numbers will be used throughout the drawings to refer to the same or like parts.

[0045] (Common parts in the embodiments)

[0046] Fig. 1 is a flowchart illustrating a method for manufacturing a PDP. FS1 is a process of manufacturing a first substrate 11 according to the present invention, and FS2 is a known process of manufacturing a second substrate 21.

[0047] A plurality of address electrodes A is formed spaced apart from one another in parallel. Barrier ribs are formed between the address electrodes A using a screen printing method. A phosphor region is formed to cover an upper portion of the address electrode A and sides of the barrier ribs. A process SF2 of manufacturing a rear panel is finished (completion of the rear

panel).

**[0048]** Transparent electrodes corresponding to the plurality of display electrodes X and Y spaced apart in parallel are formed on the first substrate 11 (SF11). A formation of the metal electrode (FS13), a sequential formation of the dielectric layer and passivation layer (SF14), and a process of manufacturing the front panel (FS1) are completed (completion of the front panel).

**[0049]** Then, glass having low fusion point is coated around the front panel and the rear panel made by the processes FS1 and FS2, and then heated and attached to each other. The front panel and the rear panel are sealed. A gas is exhausted through a discharge pipe disposed at the rear panel side and a gas is filled, thus completing the PDP (FS3). Hereinafter, the embodiments of the present invention including the process of FS1 will be described below.

**[0050]** Figs. 1 and 2 are perspective views of a PDP according to the present invention. The same reference numerals are used to refer to the same elements throughout the drawings. Since the second substrate 21 has the same structure as that of the related art, the first substrate 11 will be mainly described. In Figs. 1

and 2, reference numerals 450 and 420 represent a black matrix and a metal electrode, respectively.

**[0051]** Referring to Figs. 1 and 2, transparent electrodes 41 (hereinafter, referred to as a transparent electrode pair) are formed in parallel at a predetermined gap along a direction of a display line. A black matrix 450 is overlapped between the transparent electrode pair and in some region of the transparent electrodes 41 constituting the transparent electrode pair in a direction opposite to the second substrate 21. On the black matrix 450 overlapped with some region of the transparent electrode 41, the metal electrode 420 is formed to overlap with the transparent electrode 41 in a direction opposite to the second substrate 21.

**[0052]** A dielectric layer 17 is formed to cover the transparent electrode pair 41, the black matrix 450, and the metal electrode 420. A passivation layer 18 is formed to cover the dielectric layer 17.

**[0053]** In this case, the metal electrode 420 uses non-pigmented metal materials (e.g., pure Ag, pure Au, etc.) having white color or metallic gloss, which does not change into black

color with respect to the visible rays. The non-pigmented metal, for example a pure Ag or pure Au, has high electrical conductivity and high optical reflectivity of the visible rays. Meanwhile, in order to shield the incidence of the external light, the black matrix 450 is formed using a member that changes into a dark color (for example, a black color) with respect to the visible rays.

**[0054]** The first substrate 11, the transparent substrate 41, the black matrix 450, the metal electrode 420 including a region 420B overlapped with a portion of the black matrix 450 and a region 420A overlapped with and electrically connected to the transparent electrode 41, the dielectric layer 17 formed of PbO-based glass on the metal electrode 420, and an MgO passivation layer 18 overlapped with the dielectric layer 17 are sequentially formed on the display surface H of the first substrate 11.

**[0055]** Because of this layer structure, the black matrix 450 formed on the transparent electrode 41 shields the external light incident from the display surface H through the transparent electrode 41. Meanwhile, in the inner side of the discharge cell, the metal electrode 420 covers the region 420B overlapped with at

least the transparent electrode 41 of the black matrix 450 with respect to the visible rays emitted from the phosphor 28. Therefore, the visible rays generated to the inside of the discharge cell is not absorbed but reflected. Consequently, there is almost no loss of the visible rays at the corresponding metal electrode 420. In addition, the function of the metal electrode 42 as an electrode is achieved by the region 420A overlapped with and electrically connected to the transparent electrode 41.

**[0056]** Also, the dielectric layer 17 and the passivation layer 18 are transparent with respect to the visible rays, and the metal electrode 420 is directed to the phosphor 28 disposed on the second substrate 21. Accordingly, by using material that reflects the light (visible rays) emitted by the phosphor 28, the visible rays emitted by the phosphor 28 is not absorbed, but efficiently reflected into the discharge cell. Compared with the related art, strength of the light emitted from the line aperture becomes larger. Thus, the line aperture ratio substantially exceeds 60%, thereby increasing a light use efficiency and thus luminous efficiency.

[0057] In addition, on the second substrate 21, the phosphor is disposed on a surface opposite to the first substrate 11 such that the ultraviolet rays generated by gas discharge is converted into the visible rays. Barrier ribs are disposed between the first substrate 11 and the second substrate 21 so as to prevent abnormal discharge between adjacent discharge cells or light leakage between discharge cells. A write electrode is disposed for performing a writing discharge to the discharge cell.

[0058] Fig. 3 is views illustrating a method for manufacturing the stack structure. In Fig. 3, a reference numeral 100 is a black pigment for the black black matrix 450, for example, a photosensitive black paste (paste A) containing oxide group and cobalt oxide. A reference numeral 300 is an exposure mask A patterned to leave the paste A 100 in a portion of the transparent electrode 41. A reference numeral 101 is a photosensitive paste (paste B) for the metal electrode 420. A reference numeral 301 is an exposure mask B patterned to leave the metal electrode 420.

[0059] On the first substrate's surface facing the second substrate 21, the transparent electrode 41 is provided with the

transparent electrode pair spaced apart from each other in parallel. The continuous black matrix 450 and the metal electrode 420 are provided by the following processes of: a) coating the paste A 100 as a first photosensitive paste on an entire surface of the first substrate 11 where the transparent electrode pair is formed, and drying the paste A 100; b) exposing and developing the dried paste A 100 through the exposure mask A 300 as a first mask, such that a portion of each transparent electrode 41 is exposed; c) coating the paste B 101 as a second photosensitive paste on an entire surface of the first substrate 11 including the developed paste A 100, and drying the paste B 101; d) exposing and developing the dried paste B 101 through the exposure mask B 301 as a second mask, such that one side of the paste B contacts with the transparent electrode 41 and the other side thereof contacts with the developed paste A 100; and e) simultaneously firing the developed pastes A and B 100 and 101 to form the black matrix 459 and the metal electrode 420.

**[0060]** A method for forming the stack structure will be described below in detail. First, the transparent electrodes 41 corresponding to the X electrode and the Y electrode are formed

on the first substrate 11 using a deposition or the like. The paste A 100 is coated on the entire surface of the first substrate 11 and the transparent electrode 41 and is dried (process 1 in Fig. 3(1)).

**[0061]** In order to pattern the dried paste A 100, the paste A 100 is exposed to ultraviolet radiation through the exposure mask A 300 (process 2 in Fig. 3(2)) and it is developed to leave the paste A 100 in the reverse slit S2 and a portion of the transparent electrode 41 (process 3 in Fig. 3(3)).

**[0062]** Then, the paste B 101 for the metal electrode 420 is entirely coated on the first substrate 11, the transparent electrode 41, and the developed paste A 100, and is then dried (process 4 in Fig. 3(4)).

**[0063]** Also, the paste B 101 used at this time uses a material containing pure Au or pure Ag and having a small average grain size of, for example,  $\phi$  0.5 um. The surface of the metal electrode 420 obtained finally can have an improved smoothness. Therefore, the reflectivity of the visible rays can be improved, and the breaking of wire can be prevented, and also the connection between the metal electrode 42 and the transparent

electrode 41 can be improved.

**[0064]** In order to pattern the dried paste B 101, the paste B 101 is exposed to ultraviolet radiation through the exposure mask B 301 (process 5 in Fig. 3(5)) and is then developed to leave the paste B 101 corresponding to the metal electrode 420.

**[0065]** The structure where the dried paste A 100 and the dried paste B 101 are stacked in a predetermined pattern is fired (process 6 in Fig. 3(6)). Then, the dielectric layer 17 and the passivation layer 18 are formed. In this manner, the process of forming the stack structure on the first substrate 11 is completed. In addition, as described above, the first substrate 11 is attached to the second substrate 21 where the barrier ribs, the phosphors and the write electrodes are formed. Then, sequential processes including an encapsulation process, a vacuum process, a discharge gas filling process, and a sealing process are performed to thereby complete the manufacture of the PDP.

**[0066]** In this method, the metal electrode 420 and the black matrix layer 450 are obtained though a simultaneous firing process for the each paste, thereby making it possible to reduce the PDP manufacturing process.

[0067] Also, a phosphor layer for converting UV rays due to the gas discharge into visible rays is formed on a surface of the second substrate 21, which faces the first substrate 11. The PDP is completely manufactured by attaching the first and second substrates 11 and 21 together.

[0068] [Embodiment 2]

[0069] Fig. 4 illustrates a partial perspective view of a PDP according to a second embodiment of the present invention. Here, the same reference numerals will be used for the same components in the inventive PDP and the related art PDP. Since a second substrate 21 may have the same structure as the related art second substrate, a description will be focused on a first substrate 11. Referring to Fig. 4, a reference numeral 450 denotes a black matrix layer. The black matrix layer 450 includes a black matrix layer 450A and a black matrix layer 450B. Hereinafter, the black matrix layers 450A and 450B will be collectively called "the black matrix layer 450". Also, a reference numeral denotes a metal electrode according to this embodiment.

[0070] As illustrated in Fig. 4, a pair of transparent

electrodes 41 are arranged on the first substrate 11 along the display line such that they are parallel to each other and spaced apart from each other by a predetermined distance. Hereinafter, the pair of transparent electrodes 41 will be also called "transparent electrode pair". The black matrix layer 450 is arranged to overlap a gap portion of the neighboring transparent electrode pair and a portion of each transparent electrode 41 in the direction facing the second substrate 21. The metal electrode 420 is arranged on the black matrix layer 450 overlapping the portion of the transparent electrode such that a portion of it overlaps the transparent electrode 41.

**[0071]** A dielectric layer 17 is arranged to cover the transparent electrodes 41, the black matrix layer 450, and the metal layer 420. A passivation layer is disposed to cover the dielectric layer 17.

**[0072]** The metal electrode 420 is made of a white or non-colored metal (for example, pure Ag or pure Au) whose color is not changed into black by visible rays. The pure Ag or Au has a high conductance and a high light reflectivity for visible rays. The black matrix layer 450 is formed using a member whose color

is changed into a dark color (for example, black) by visible rays so as to block the incidence of external light.

**[0073]** The transparent electrode 41, the black matrix layer 450, the metal electrode 420, the dielectric layer 17, and the passivation layer are sequentially formed on a display surface H of the first substrate 11. The metal electrode 420 includes a portion 420B overlapping a portion of the black matrix layer 450 and a portion 420A overlapping the transparent electrode 41 to be electrically connected thereto. The dielectric layer 17 is made of PbO glass, for example. The passivation layer 18 is made of MgO, for example.

**[0074]** In this structure, the black matrix layer 450 blocks external light that is incident from the display surface H through the transparent electrode 41. Also, the metal electrode 420 covers the portion 420B overlapping at least the transparent electrode 41 of the black matrix layer 450, thereby reflecting visible rays emitted from the phosphor 28. Accordingly, there is no loss of light at the corresponding metal electrode 420. Also, an electrode function of the metal electrode 420 is obtained by the portion 420A electrically connected to the transparent

electrode 41.

**[0075]** The second embodiment is different from the first embodiment in that the black matrix layer 450 is divided into a black matrix layer A (450A) not contacting with the metal electrode 100 and a black matrix layer B (450B) contacting with the metal electrode 100 such that paste A provides the black matrix layers A and B. This structure prevents the black matrix layer B from being affected by the color change of the metal electrode 420. Accordingly, the black matrix layer B can practically serve to extremely prevent the incidence of light between the lines, thereby enhancing the contrast greatly.

**[0076]** Also, the dielectric layer 17 and the passivation layer 18 are transparent with respect to visible rays, and the metal electrode 420 is directed toward the phosphor 28 on the second substrate 21. The layer 17 and 18 may be made of a material reflecting light (visible rays) emitted from the phosphor 28. In this case, the layer 17 and 18 can efficiently reflect the emitted light into the discharge cell. Consequently, the light emission and usage efficiency can be enhanced as described in the first embodiment.

[0077] Also, a phosphor is disposed on a surface of the second substrate 21 facing the first substrate 11 such that UV rays generated by gas discharge are converted into visible rays. Between the first substrate 11 and the second substrate 21, a barrier rib for preventing extraordinary discharge between adjacent discharge cells or light leakage between discharge cells, and an electrode for performing discharge of the discharge cells are provided.

[0078] Fig. 5 is a process flow showing a manufacturing method for forming the aforementioned stack structure. In Fig. 5, reference numeral 100 represents a color pigment for a black matrix 450, for example, paste A containing oxides, oxide cobalt and the like, reference numeral 302 represents an exposure mask C patterned such that the paste A remains on some of a transparent electrode 41 and a black matrix pattern A 450A is spaced apart from a black matrix pattern B, reference numeral 101 represents a paste B for forming a metal electrode 420, and reference numeral 301 represents a mask B patterned such that the metal electrode remains.

[0079] Pairs of transparent electrodes spacing apart by a

predetermined interval from each other are disposed on a surface of the first substrate 11 facing the second substrate 21. The discrete black matrix pattern A 450A, black matrix pattern B 450B and the metal electrode are prepared by a method including a) coating paste A 100 on an entire surface of the first substrate 11 including the pairs of transparent electrodes and drying the coated paste A, b) exposing the dried paste A 100 to light through the exposure mask C 302 such that a portion of each transparent electrode is exposed and the dried paste AA 100A and paste AB 100B are spaced apart from each other, and developing the exposed paste A, c) coating paste B 101 on the first substrate 11 including the developed paste A 100 and drying the coated paste B 101, d) exposing the dried paste B 101 to light through the mask B 101 such that some of the dried paste B 101 is contacted with the transparent electrode 41 and the other is contacted with the developed paste AA 100A, e) annealing the developed paste AA 100A, paste AB 100B and paste B 101 at the same time to form the black matrix pattern A 450A, black matrix pattern B 450B and the metal electrode 420.

**[0080]** Hereinafter, a method for forming the stack structure

will be described in detail. First, transparent electrode 41, 41 corresponding to X-electrode and Y-electrode is formed on the first substrate 11 by a process, such as evaporation and the like, and then paste A is coated on an entire surface of the first substrate including the transparent electrode 41 and is dried (Process 1, (1) of Fig. 5).

**[0081]** To pattern the dried paste A 100, the dried paste A 100 is exposed by irradiation of UV rays through the exposure mask C 302 (Process 2, (2) of Fig. 5), and is then developed, so that paste AB 100B partially remains on inverse slit S2 and paste AA 100A partially remains on the transparent electrode 41 (Process 3, (3) of Fig. 5).

**[0082]** Afterwards, to form the metal electrode 420, paste B 101 is coated on an entire surface of the first substrate 11 including the transparent electrode 41, the developed paste AA 100A and paste AB 100B and then dried (Process 4, (4) of Fig. 5. At this time, the paste B 101 includes pure Au or pure Ag with a small average diameter (e.g.,  $\phi 0.5\mu\text{m}$ ). By doing so, the surface flatness of the metal electrode 420 obtained finally can be enhanced to increase the reflectivity of visible rays and at the

same time open failure of interconnection line is prevented and good connection between the metal electrode 420 and the transparent electrode 41 is obtained.

**[0083]** To pattern the dried paste B 101, the paste B 101 is exposed to UV rays through the mask B 301 (Process 5, (5) of Fig. 5), and is then developed, so that paste B remains corresponding to the metal electrode 420.

**[0084]** The dried and patterned paste AA 100A, paste AB 100B and paste B 101 (Process 6, (6) of Fig. 5) are simultaneously annealed. Thereafter, dielectric layer 17 and passivation layer 18 are formed, thereby completing the aforementioned stack structure in the first substrate 11. The first substrate 11 prepared as above is in turn subject to processes, such as attaching with the second substrate 21 including barrier rib, phosphor and electrode formed thereon, sealing, vacuum formation, injecting discharge gas, sealing and the like, thereby completing a PDP. According to the above method, since the respective pastes are simultaneously annealed in order to obtain the metal electrode 420, black matrix pattern 450A and black matrix pattern B 450B, the annealing is ended only one time, thereby shortening

the manufacturing process time of PDP.

**[0085]** Also, before attaching the first substrate 11 and the second substrate 21, the phosphor is formed on a surface of the second substrate facing the first substrate 11 so as to convert UV rays generated by gas discharge into visible rays, thereby completing the PDP.

**[0086]** According to a first embodiment of the present invention, there is provided a PDP for displaying an image based on a gas discharge in discharge cells formed between a first substrate and a second substrate, the first substrate facing the second substrate, wherein the first substrate includes: a) transparent electrode pairs having transparent electrodes arranged in parallel and spaced apart from each other by a predetermined distance along a direction of a display line; b) a black matrix disposed between the transparent electrode pairs adjacent to each other and overlapped with a portion of each transparent electrode of the transparent electrode pair in a direction facing the second substrate; c) a metal electrode overlapped with the black matrix such that a portion of the metal electrode is overlapped with the transparent electrode in a

direction facing the second substrate; and d) a dielectric layer covering the transparent electrode pair, the black matrix and the metal electrode, and a passivation covering the dielectric layer, and wherein the second substrate includes a phosphor disposed at a surface facing the first substrate, the phosphor converting ultraviolet rays generated by the gas discharge into visible rays. Therefore, the metal electrodes can be prevented from absorbing the light from the phosphor and thereby the PDP can display images more brightly with less light loss.

**[0087]** According to a second embodiment of the present invention, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed continuously. Therefore, the black matrix can be securely formed and thereby the PDP can display images with a higher contrast.

**[0088]** According to a third embodiment of the present invention, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction

facing the second substrate are formed intermittently. Therefore, color fading of the black matrix can be prevented from spreading, such that the PDP can be used for a long time with less degradation in contrast.

**[0089]** According to a fourth embodiment of the present invention, the metal electrode is formed using non-pigmented metal. Therefore, the light from the phosphor can be reflected more effectively, such that the PDP can display images more brightly.

**[0090]** According to a fifth embodiment of the present invention, the black matrix is a dark color. Therefore, the PDP can display images having high contrast.

**[0091]** According to a sixth embodiment of the present invention, there is provided a method for manufacturing a PDP for displaying an image based on a gas discharge in discharge cells formed between a first substrate and a second substrate, the first substrate facing the second substrate, the method including: preparing transparent electrode pairs having transparent electrodes arranged in parallel and spaced apart from each other by a predetermined distance on a first substrate's

surface facing the second substrate; coating a first photosensitive paste on an entire surface of the first substrate where the transparent electrode pairs are formed, and drying the first photosensitive paste; exposing the dried first photosensitive paste through a first mask such that a portion of each of the transparent electrodes is exposed, and developing the first photosensitive paste; coating a second photosensitive paste on an entire surface of the first substrate containing the developed first photosensitive paste, and drying the second photosensitive paste; exposing the dried second photosensitive paste through a second mask, such that one end of the photosensitive paste contacts with the transparent electrode and the other end contacts with the developed first photosensitive paste; forming a black matrix and a metal electrode by simultaneously firing the first and second photosensitive pastes; forming a phosphor layer on a second substrate's surface facing the first substrate, the phosphor layer converting ultraviolet rays generated by the gas discharge into visible rays; and attaching the first substrate to the second substrate. Therefore, the black matrix can be prevented from absorbing light emitted

from the phosphor, such that the PDP can display images with a higher contrast. Also, the exposing operations of the first and second photosensitive pastes are separated to carry out the exposing and developing operations in different conditions, such that each photosensitive paste can be exposed in an optimized condition, thereby obtaining a desired pattern more easily and securely.

**[0092]** According to a seventh embodiment of the present invention, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed continuously. Therefore, the black matrix can be securely formed, such that the PDP can display images with a higher contrast.

**[0093]** According to an eighth embodiment of the present invention, the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed intermittently. Therefore, color fading of the black matrix can be prevented from spreading,

such that the PDP can be used for a long time with less degradation in contrast.

**[0094]** According to a ninth embodiment of the present invention, the metal electrode is formed using non-pigmented metal. Therefore, the light emitted from the phosphor can be prevented from useless absorption.

**[0095]** According to a tenth embodiment of the present invention, the black matrix is a dark color. Therefore, the PDP can display images with a higher contrast.

**[0096]** It will be apparent to those skilled in the art that various modifications and variations can be made in the present invention. Thus, it is intended that the present invention covers the modifications and variations of this invention provided they come within the scope of the appended claims and their equivalents.

What is claimed is:

1. A PDP (plasma display panel) for displaying an image based on a gas discharge in discharge cells formed between a  
5 first substrate and a second substrate, the first substrate facing the second substrate, wherein the first substrate includes:
  - a) transparent electrode pairs having transparent electrodes arranged in parallel and spaced apart from each other by a  
10 predetermined distance along a direction of a display line;
  - b) a black matrix disposed between the transparent electrode pairs adjacent to each other and overlapped with a portion of each transparent electrode of the transparent electrode pair in a direction facing the second substrate;
- 15 c) a metal electrode overlapped with the black matrix such that a portion of the metal electrode is overlapped with the transparent electrode in a direction facing the second substrate; and
- 20 d) a dielectric layer covering the transparent electrode pair, the black matrix and the metal electrode, and a passivation

covering the dielectric layer, and

wherein the second substrate includes a phosphor disposed at a surface facing the first substrate, the phosphor converting ultraviolet rays generated by the gas discharge into visible rays.

5

2. The PDP according to claim 1, wherein the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed 10 continuously.

3. The PDP according to claim 1, wherein the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent 15 electrode in the direction facing the second substrate are formed intermittently.

4. The PDP according to claim 1, wherein the metal electrode is formed using non-pigmented metal.

20

5. The PDP according to any one of claims 1 to 3, wherein  
the black matrix is a dark color.

6. A method for manufacturing a PDP (plasma display panel)  
5 for displaying an image based on a gas discharge in discharge  
cells formed between a first substrate and a second substrate,  
the first substrate facing the second substrate, the method  
comprising:

preparing transparent electrode pairs having transparent  
10 electrodes arranged in parallel and spaced apart from each other  
by a predetermined distance on a first substrate's surface facing  
the second substrate;

coating a first photosensitive paste on an entire surface of  
the first substrate where the transparent electrode pairs are  
15 formed, and drying the first photosensitive paste;

exposing the dried first photosensitive paste through a  
first mask such that a portion of each of the transparent  
electrodes is exposed, and developing the first photosensitive  
paste;

20 coating a second photosensitive paste on an entire surface

of the first substrate containing the developed first photosensitive paste, and drying the second photosensitive paste;

exposing the dried second photosensitive paste through a second mask, such that one end of the photosensitive paste 5 contacts with the transparent electrode and the other end contacts with the developed first photosensitive paste;

forming a black matrix and a metal electrode by simultaneously firing the first and second photosensitive pastes;

forming a phosphor layer on a second substrate's surface 10 facing the first substrate, the phosphor layer converting ultraviolet rays generated by the gas discharge into visible rays; and

attaching the first substrate to the second substrate.

15 7. The method according to claim 6, wherein the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second substrate are formed continuously.

8. The method according to claim 6, wherein the black matrix formed between the adjacent transparent electrode pairs and the black matrix overlapped with the portion of the each transparent electrode in the direction facing the second 5 substrate are formed intermittently.

9. The method according to claim 6, wherein the metal electrode is formed using non-pigmented metal.

10 10. The method according to any one of claims 6 to 8, wherein the black matrix is a dark color.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Since a black matrix is formed and then a transparent electrode is formed, power loss or breaking of the transparent electrode easily occurs in the transparent electrode. Light emitted from a phosphor is absorbed by the metal electrode and thus light cannot be emitted more than a line aperture ratio. Consequently, luminous efficiency is degraded. To solve this problem, the black matrix is more overlapped with a portion of the transparent electrode, such that a portion of the metal electrode is overlapped with the transparent electrode in a direction facing the second substrate. Also, power loss or breaking of the transparent electrode can be solved by reflecting visible rays generated from the phosphor. Luminous efficiency can be improved by reflecting the generated visible rays toward the phosphor without absorbing the visible rays.

Fig.1

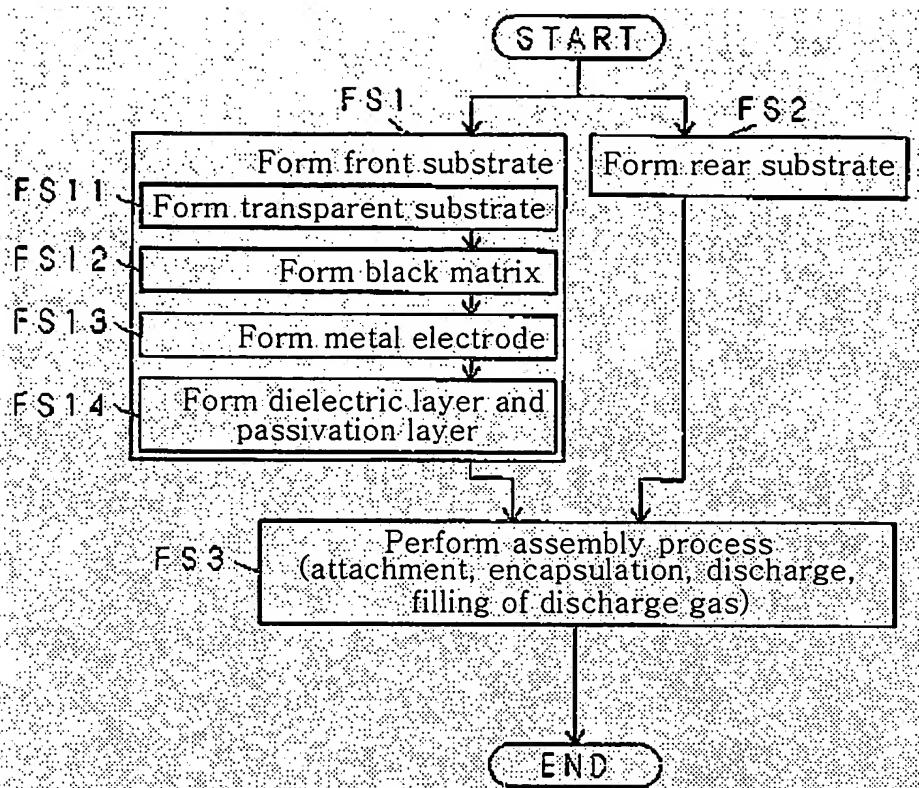


Fig.2

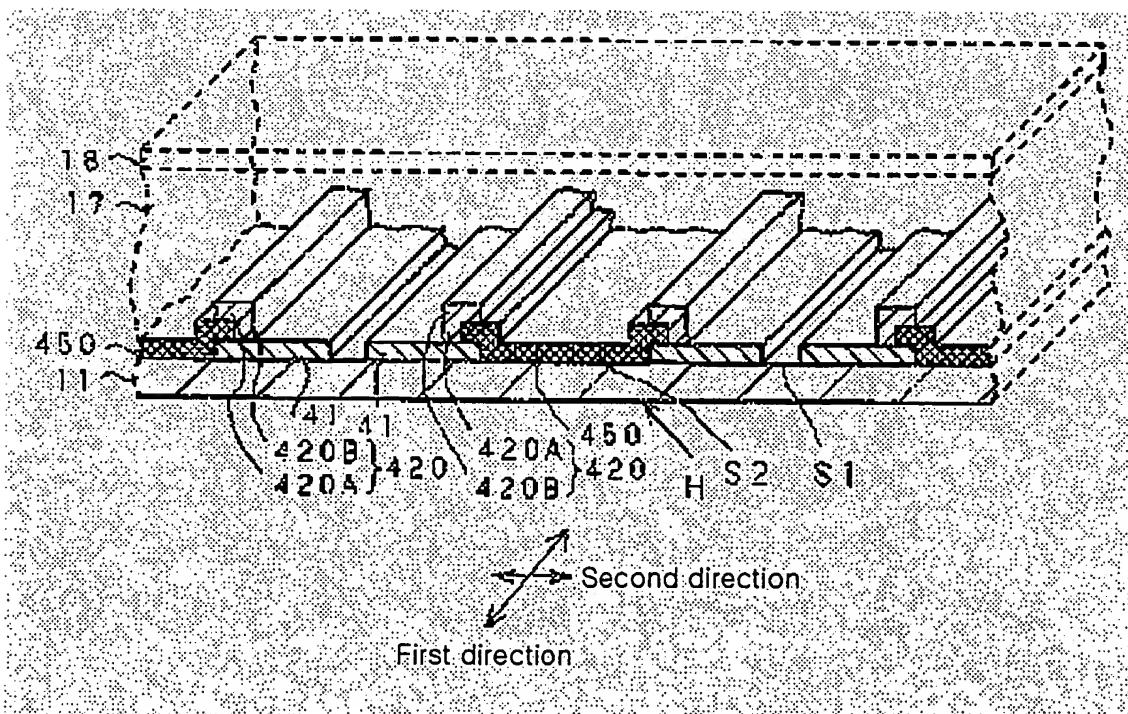


Fig. 3

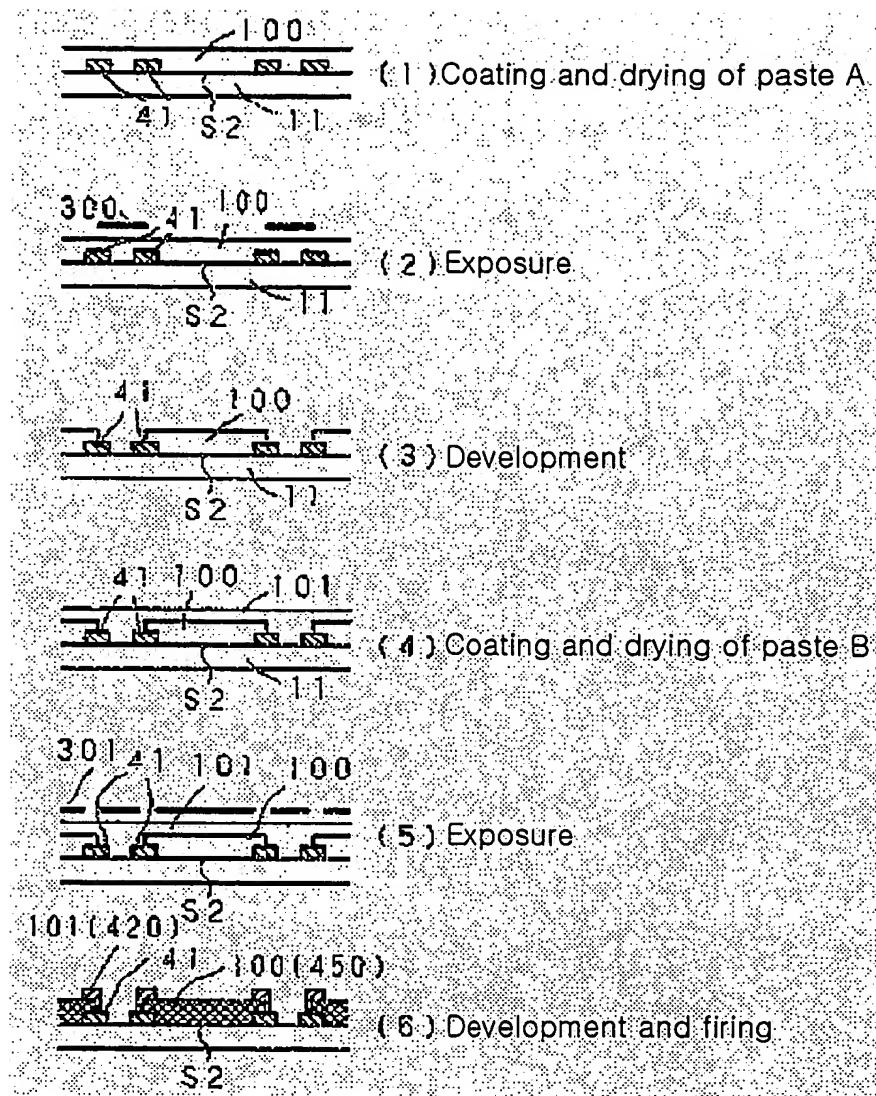


Fig. 4

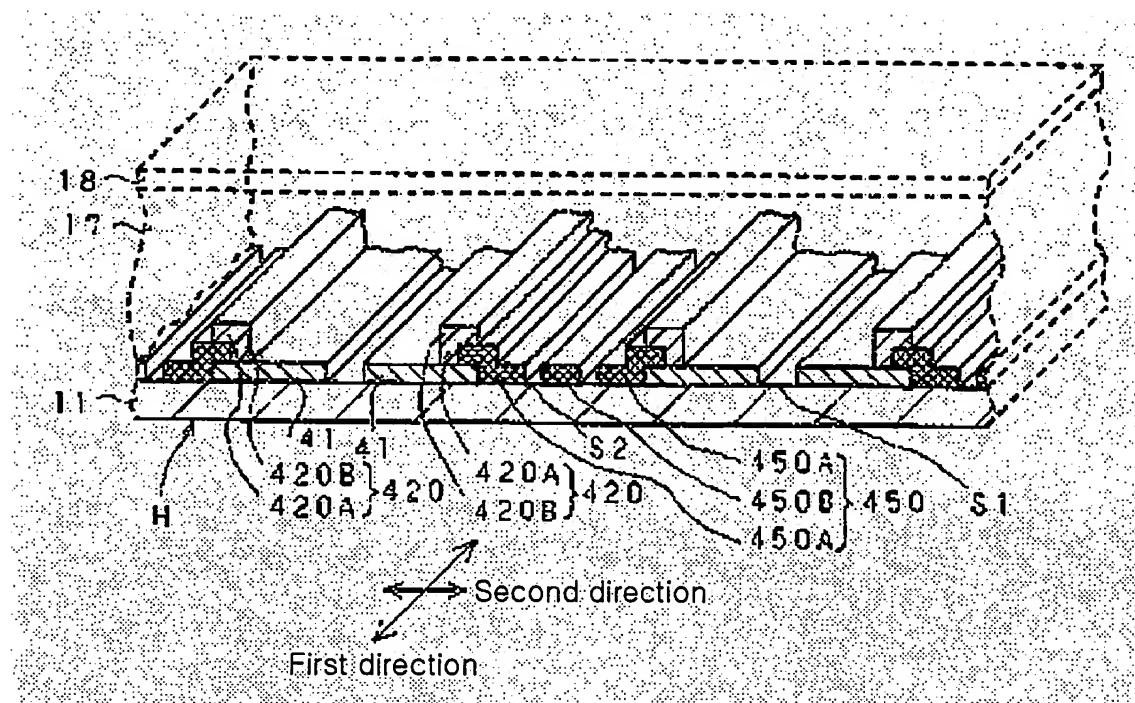


Fig. 5

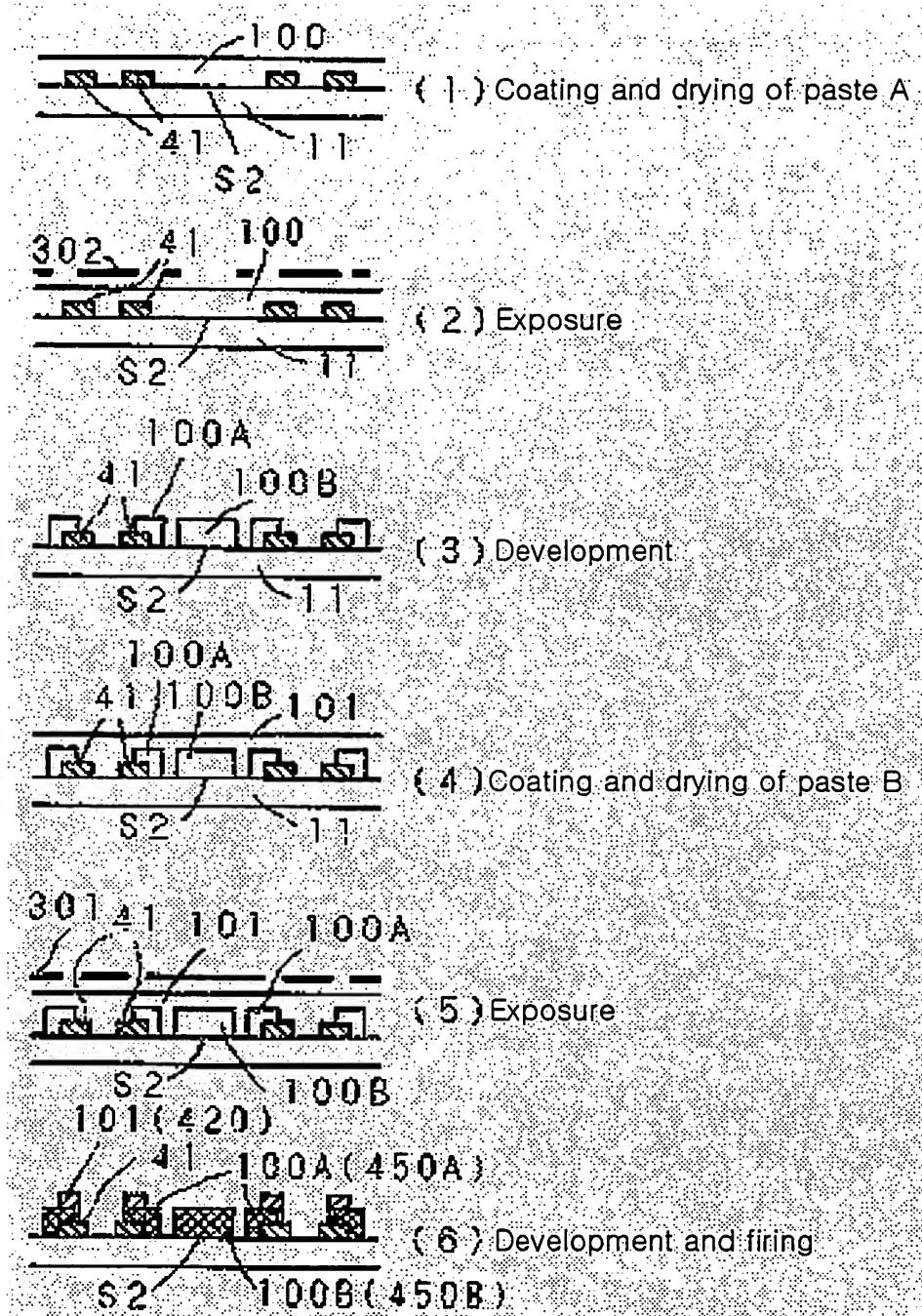


Fig. 6

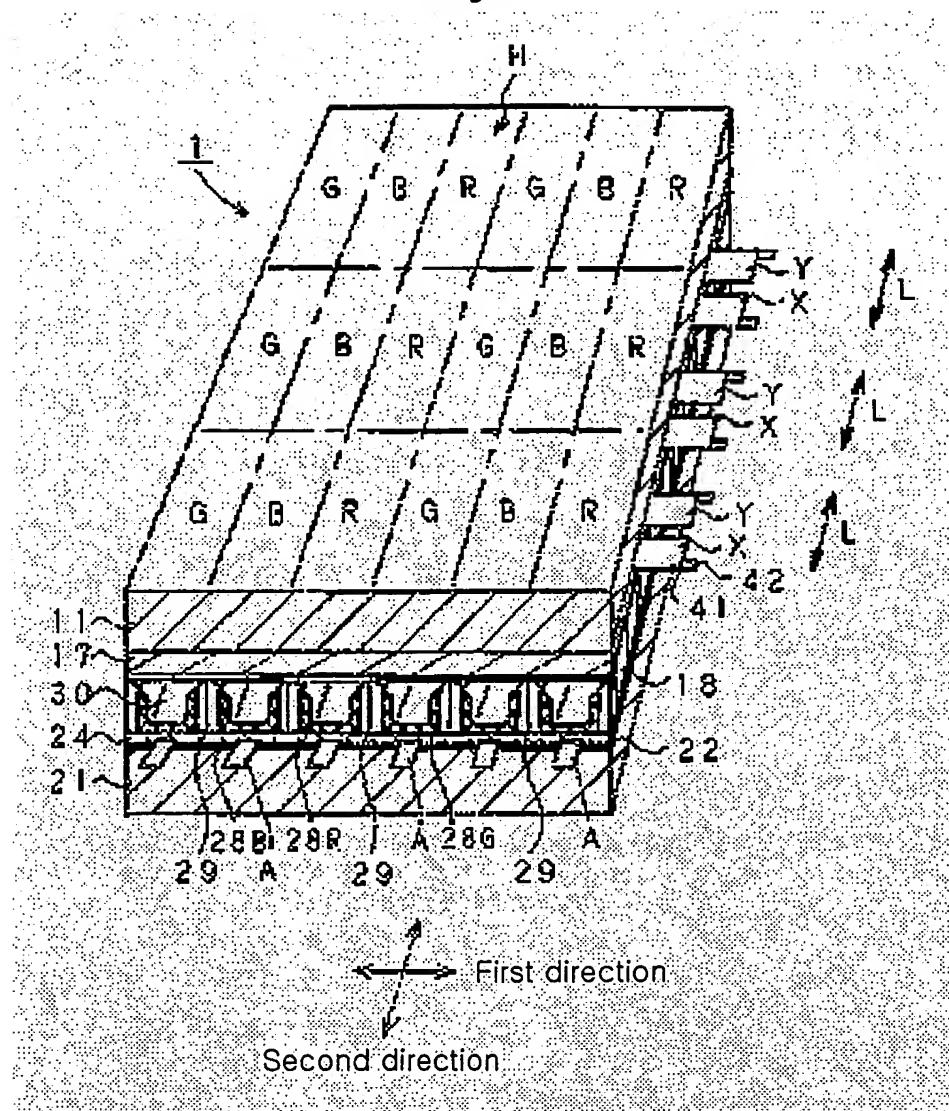


Fig. 7

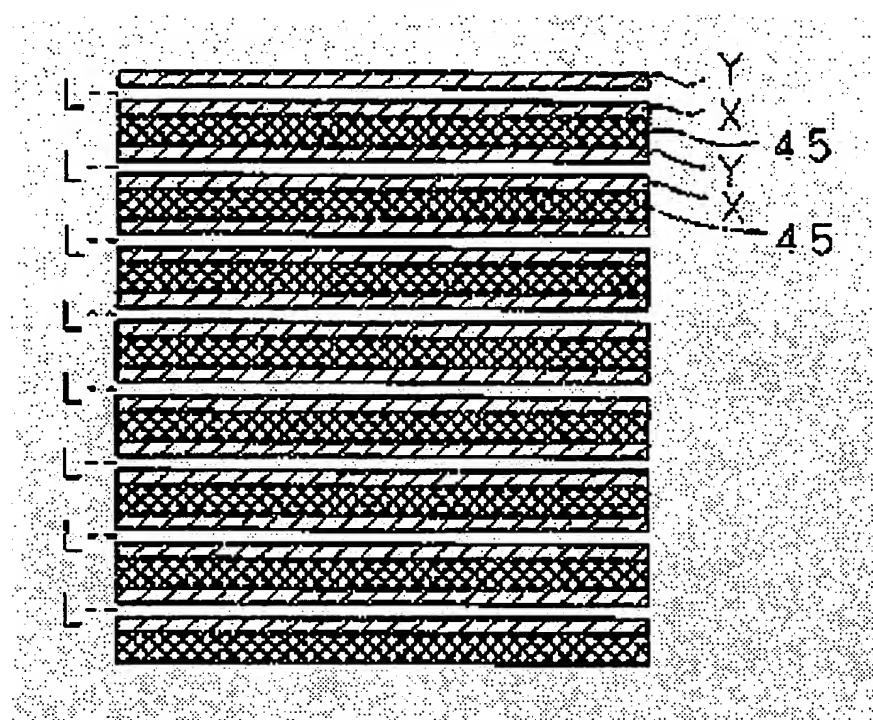


Fig. 8

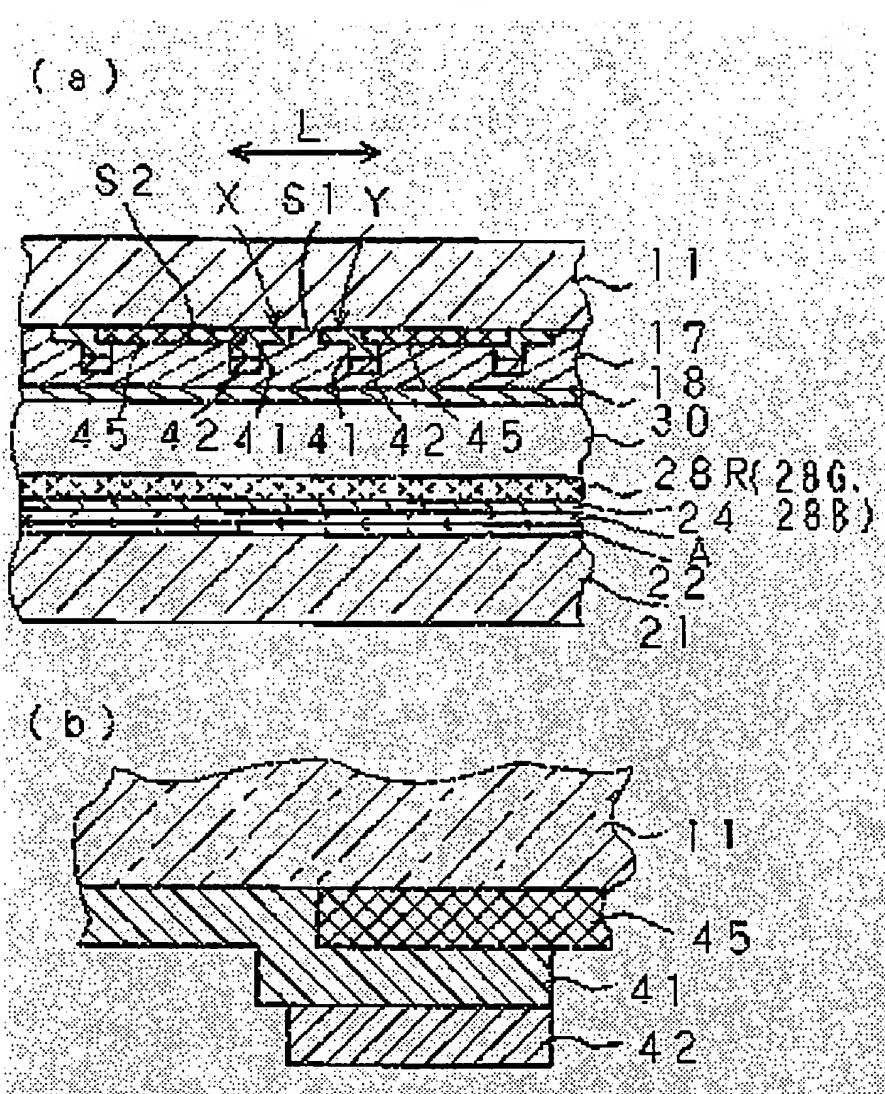


Fig. 9

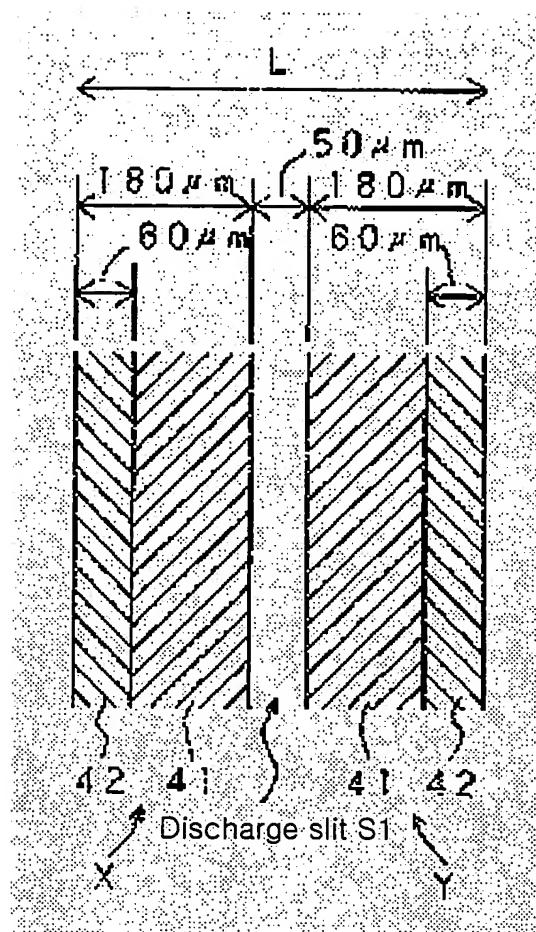


Fig.10

